JOURNAL
DE PHYSIQUE.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE, D'HISTOIRE NATURELLE ET DES ARTS,

AVEC DES PLANCHES EN TAILLE-DOUCE;

PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

JANVIER AN 1814.

TOME LXXVIII.



A PARIS,

Chez Madame veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET D'HISTOIRE NATURELLE.

JANVIER AN 1814.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE, OU RAPPORT SUR LES PROGRÈS DES SCIENCES EN 1813;

PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

C'EST une satisfaction bien douce pour un ami de la vérité, comme moi, d'annoncer encore cette année des travaux de la plus haute importance, concernant les progrès des Sciences. Le lecteur jouira du même plaisir en lisant l'exposé succinct que je vais lui présenter.

Les connoissances s'étendent chaque jour; elles se propagent chez toutes les classes : on doit donc voir augmenter les bienfaits qu'elles ont répandus, si on continue à les cultiver avec le même zèle.

Mais il faut accompagner ces connoissances de *grands carac-*

tères, *d'un amour sincère de la vérité* et d'un *noble désintéressement.*

L'amour de l'argent, dit Mably, *ne laisse subsister aucune élévation dans les ames.*

Qui a l'amour de l'argent, est toujours à celui qui en donne le plus.

L'ami vrai de la science s'y livre par les plaisirs qu'elle lui procure.

Un magistrat ne siége pas dans plusieurs tribunaux.

Un militaire n'occupe pas en même temps des places dans l'artillerie, dans le génie, dans la cavalerie....

Et par des *accaparemens blâmables* ils n'ôtent pas les moyens d'arriver à ces places, à d'autres qui y ont également droit, et qui pourroient y rendre des services.

Fourcroy, malgré son beau talent, perdoit en considération, ce qu'il gagnoit par la multiplicité de ses places qu'il ne pouvoit remplir.

DES MATHÉMATIQUES.

Lagrange a donné une nouvelle édition de son *Traité des Fonctions analytiques*, contenant les principes du calcul différentiel dégagé de toute considération d'infiniment petits, d'évanouissans, de limites, de fluxions, et réduit à l'analyse algébrique des quantités finies.

Ce rare génie vient d'être enlevé aux sciences. Le plus bel éloge qu'on en puisse faire, est de répéter ce qu'on dit depuis long-temps:

Newton,
Euler,
Lagrange.

Un si haut talent étoit encore relevé par une modestie rare.

Cette mort a retardé la publication du second volume de sa *Mécanique analytique*, qui s'imprime chez Mme veuve Courcier, sous le titre de

Mécanique analytique, par J.-L. Lagrange, de l'Institut des Sciences, Lettres et Arts, du Bureau des Longitudes, etc.

La précision qu'on porte aujourd'hui dans les sciences, a engagé à soumettre au calcul les différentes branches des connoissances humaines.

DU CALCUL DES VÉRITÉS MÉTAPHYSIQUES ET MORALES.

J'avois fait voir, dès l'année 1777, dans mon *Essai sur les principes de la philosophie naturelle*, qu'on pouvoit appliquer le calcul à la morale et à la métaphysique. Je donnai plus de développement à cette idée dans la seconde édition de cet ouvrage, en 1788, en 2 volumes.

Toutes nos sensations, disois-je, toutes nos passions, tous nos sentimens moraux sont susceptibles de plus ou de moins ; ils peuvent donc être exprimés par la série des nombres naturels.

$$1.2.3.4 \ldots\ldots\ldots \infty$$

Ce signe ∞ représente le *maximum*.

Nos actions sont une suite de nos sensations et de nos sentimens. On peut donc également les soumettre au calcul. J'en ai apporté des exemples.

La grandeur d'ame, ou magnanimité M (disois-je, tome I, pag. 78) est proportionnelle au degré d'énergie de la mémoire, qui rappelle avec plus ou moins de force, le plaisir futur qu'on veut se procurer, pour détruire l'impression de la peine présente qu'on a à souffrir. Lorsque la mémoire sera trop foible, ce sera la pusillanimité P.

Soit le plaisir qu'on espère $xs \times n \times d. = 100$. Je veux, par exemple, aller au spectacle : xs exprime les sentimens que j'espère que me procureront le drame, la musique, la danse... : n exprime leur nombre : d exprime leur durée.

Si la mémoire est au *maximum*, je jouis déjà de toute l'intensité du plaisir que j'espère = 100.

$$\text{M sera} = 100.$$

Mais il faut défalquer la douleur D qu'on a à éprouver le plus souvent pour obtenir ce qu'on espère.

Si la douleur qu'on a à éprouver, par exemple, d'attendre pour avoir son billet...., est = 10 : on aura

$$M = 100 - 10 = 90.$$

Mais si la force de la mémoire, au lieu d'être ∞, n'étoit que la moitié $\frac{1}{2}\infty$, le plaisir à espérer ne seroit plus pour moi que 50, dont ôtant 10 pour la douleur, M seroit = 40.

Enfin si la mémoire avoit vingt fois moins de force $\frac{1}{20}\infty$, le plaisir à espèrer ne seroit plus que $= 5$;

Et pour lors on auroit $M = 5 - 10 = -5$, c'est-à-dire que la pusillanimité P seroit $= 5$.

J'ai également fait voir (*ibidem*, tome I, page 20) qu'on pouvoit soumettre au calcul la nature des êtres, et les degrés de leurs perfections.

Un être réunit différentes qualités. Un être sensible, par exemple S, peut s'être affecté de telles ou telles couleurs, de tels ou tels sons, de telles ou telles saveurs, odeurs, tacts..., de tels ou tels sentimens moraux, amour, haine..., exprimons par x tous les sentimens possibles.

Toutes ces affections peuvent être à différens degrés d'intensité, et être représentées par la série des nombres naturels

$$1.2.3.4.........\infty$$

Un être sensible S peut éprouver un plus ou moins grand nombre de ces affections, et à différens degrés. Une huître attachée à son rocher, un puceron... en ont moins que le poisson qui vogue au sein des eaux, que l'oiseau qui vole dans les airs....; un Newton, un Linnæus.... avoient une multitude d'idées....

D'autres êtres supérieurs peuvent encore en éprouver davantage.

Représentons les êtres sensibles S par la série des nombres naturels, nous aurons

$$1S.2S.3S.4S.5S.........\infty S$$

∞S, ou ∞P, xP exprimant les perfections, sera celui qui éprouve tous les sentimens possibles, et à tous les degrés (t. I, pag. 21).

Un être étendu, ou corps C, peut également avoir différentes qualités et à différens degrés. Exprimons-les également par la série des nombres naturels, on aura

$$1C.2C.3C.4C.........\infty C.$$

Ces séries 1S.2S..., et 1C.2C..., exprimeront donc tous les êtres possibles.

J'ai également fait voir (*ibidem*, tome II, pag. 451) qu'on peut soumettre au calcul les différens degrés de certitude ou de probabilités

probabilités de nos connoissances : elles sont fondées sur quatre bases principales, le *sentiment*, la *mémoire*, l'*analogie* et le *témoignage des hommes*.

Le *sentiment* est l'évidence. Je l'exprime par ♉ *maximum*, c'est le signe de la certitude. Il est certain que je sens le blanc de ce papier....

Les trois autres bases se tiennent dans les probabilités. Je les exprime par ♉ — 1 . ♉ — 2 . ♉ — 3....

Ainsi nous aurons

Sentiment.	♉
Mémoire.	♉—1.♉—2.♉—3....
Analogie.	♉—2.♉—3.♉—4....
Témoignage des hommes.	♉—3.♉—4.♉—5....

C'est d'après ces données que j'ai construit des Tables de certitude, ou de probabilités de nos différentes connoissances, tome II, pag. 467.

Il faut voir dans l'ouvrage même la suite de ces calculs.

DE L'ASTRONOMIE.

Delambre a publié un *Précis des leçons d'Astronomie* qu'il donne au Collége de France. Il a exposé l'état actuel de la science, et rapporté les élémens des mouvemens principaux des corps célestes.

Année. L'année, ou la durée de la rotation de la terre autour du soleil, n'est pas toujours la même ; elle varie par le changement des perturbations, le mouvement de l'apogée et la diminution de l'excentricité.

L'année moyenne, dit-il, ne doit guère différer de 365 jours 48′ 50 à 51″.

La *précession des équinoxes*, ou rétrogradation des points équinoxiaux, s'opère en 25,869 ans.

L'*obliquité de l'écliptique* diminue constamment; elle est aujourd'hui de 23° 27′ 30″.

La *parallaxe du soleil* paroît être de 9″ ou 8″6.

Il détermine les principaux élémens des planètes de la manière suivante :

	Révolutions sidérales.	Grandeur.	Volume.	Masse, suiv. Laplace.	Masse par rapport à la terre.
MERCURE,	87;962.258	0.838	0.0566	2025810	0.1627
VÉNUS,	224.700.824	0.9593	0.8828	256632	
LA TERRE,	365.256.324	1.0000	1.0000	329630	1.0000
MARS,	686.979.619	0.5174	0.1386	2546320	0.1294
VESTA,	1335.13	Delambre n'a pas déterminé les mouvemens de ces quatre planètes.			
JUNON,	1590.17				
CÉRÈS,	1681.23				
PALLAS,	1681.5				
JUPITER,	4332.596.308	10.8600	1280.9		308.94
SATURNE,	10758.969.848	9.9825	974.78		93.271
URANUS,	30688.712.687	4.3314	81.26		1.6904
LE SOLEIL,	25.	111.74	1395.324		329630.0
LA LUNE,		0.2730	0.20351		8.0146

Comètes. Les comètes sont des astres qui ont peu de masses, et qui se meuvent dans des orbites très-excentriques; elles ne sont point attachées à un soleil ou étoile particulière; mais elles passent d'un système solaire dans d'autres systèmes solaires : la courbe qu'elles décrivent peut être hyperbolique.

Leur nombre n'est pas connu; il paroît très-considérable. Elles ont peu de masses, car la comète de 1770 a passé entre Saturne et ses satellites sans y produire aucune perturbation.

Delambre examine si une comète dans ses mouvemens peut rencontrer le globe terrestre et y produire quelqu'altération. Il fait voir que quoique la chose ne soit pas impossible, elle est contre toutes les probabilités, comme l'a prouvé Duséjour.

L'ouvrage de Whiston, dit-il, dans lequel il a voulu expliquer le déluge rapporté par Moïse par la queue de la comète de 1680, qui a pu alors se trouver assez près de la terre, est mis aujourd'hui au nombre des ROMANS SCIENTIFIQUES.

La figure de la terre est un des points les plus essentiels de l'Astronomie, surtout aujourd'hui qu'elle doit fixer la longueur du *mètre*.

Cependant elle n'est point encore déterminée rigoureusement. On suppose que l'aplatissement est à peu près de $\frac{1}{310}$.

La longueur du mètre est donc également indéterminée. La Commission l'a fixée à $443^{l}295936$.

Mais, dit Delambre, la longueur du mètre est bien de 443 lignes, plus une fraction qui n'est pas encore fixée...

Il continue par conséquent de rapporter toutes les mesures à la toise.

Mars. Flaugergues a fait une observation curieuse sur Mars. Il a vu à son pôle austral, une tache blanche lors de son opposition; il croit que cette tache est un amas de neige ou de glace.

Comète de 1811. Il m'a aussi communiqué l'observation que Wisniewski, astronome de l'Académie de Saint-Pétersbourg, a faite à Novi-Tcherkasks de la comète découverte par lui en 1811. L'astronome russe l'a vue depuis le 19 juillet 1812 jusqu'au 5 août de la même année.

DES COMÈTES NOUVELLEMENT APERÇUES.

103e *comète.* Pons a observé le 4 février à Marseille, dans la constellation du Lézard, une petite comète sans queue, barbe, ni chevelure.

Elle avoit l'apparence d'une *nébuleuse diffuse*, sans noyau apparent.

Zach l'a observée les 5, 6 et 7 février.

Son mouvement étoit rétrograde.

Elle est la *cent troisième* comète observée.

104e *comète.* Pons a observé, en mars 1813, une comète dans la constellation du Taureau royal de Poniatowski. Bouvard en a déterminé la position le 4 avril.

Son noyau est assez brillant.

Elle est la *cent quatrième* comète observée.

Herschel a donné un détail des observations qu'il a faites sur la belle comète de 1811; elles confirment son opinion sur la formation des comètes par la *matière nébuleuse condensée:* son noyau paroissoit n'être que cette matière nébuleuse.

Le diamètre du corps de cette comète lui paroît être à peu près de 140 lieues.

La queue de cette comète, qui avoit une longueur égale à la distance de notre globe au soleil, ne pouvoit quelquefois être distinguée de la voie lactée.

La 102e comète, qui parut à peu près dans le même temps, et qu'il observa en la comparant à la première, lui parut d'une

matière nébuleuse plus condensée; son noyau paroissoit approcher d'un noyau planétaire.

Ces observations de Herschel donnent du poids à ses vues sur la matière nébuleuse.

DU SYSTÈME DU MONDE.

Laplace dans la *quatrième édition de son Exposition du Système du Monde*, dont nous avons rendu compte, a donné des vues générales sur l'Astronomie, en partant des observations de Herschel sur la matière nébuleuse (*voyez* les dans ce Journal, tome LXXV, pag. 121).

« Dans l'état primitif, dit-il, le soleil ressembloit aux *nébuleuses*, que le télescope nous montre composées d'un noyau plus ou moins brillant, entouré d'une *nébulosité* qui, en se condensant à la surface du noyau, la transforme en étoile.

» Si l'on conçoit par analogie toutes les étoiles formées de cette manière, on peut imaginer leur état antérieur de nébulosité précédé lui-même par d'autres états, dans lesquels la matière nébuleuse étoit de plus en plus *diffuse*, le noyau étant de moins en moins lumineux.

» On arrive ainsi, en remontant aussi loin qu'il est possible, à une nébulosité tellement diffuse, que l'on pourroit à peine en soupçonner l'existence.

» Le soleil et les étoiles sont enveloppés d'atmosphères très-étendues, parce qu'elles sont prodigieusement dilatées par l'excessive chaleur de ces astres : elles se refroidissent peu à peu.

» Mais cette atmosphère du soleil ne peut pas s'étendre indéfiniment : sa limite est le point où la force centrifuge, due à son mouvement de rotation, balance la pesanteur. Or à mesure que le refroidissement resserre l'atmosphère, et condense à la surface de l'astre les molécules qui en sont voisines, le mouvement de rotation augmente; car en vertu du principe des aires, la somme des aires décrites par le rayon vecteur de chaque molécule du soleil, et de son atmosphère, et projetées sur le plan de son équateur, étant toujours la même, la rotation doit être plus prompte, quand ces molécules se rapprochent du soleil. »

L'atmosphère solaire a donc dû en se refroidissant, abandonner les molécules situées à cette limite.

Ces molécules abandonnées ont continué de circuler autour de cet astre, et ont formé des astres particuliers, Uranus...

Ce même refroidissement continuant, d'autres molécules se sont séparées de l'atmosphère solaire, et ont formé de nouveaux astres qui ont circulé autour du soleil, Saturne, Jupiter....

C'est ainsi qu'ont été formées les planètes diverses qui circulent autour du soleil, Uranus, Saturne, Jupiter...

Les mêmes phénomènes sont arrivés autour des grosses planètes. Des masses ont été détachées de leurs atmosphères et ont formé leurs satellites, six autour d'Uranus, sept autour de Saturne, et ses anneaux qui ont continué de circuler autour de la planète principale...

Si dans les zones abandonnées par l'atmosphère du soleil, il s'est trouvé des molécules trop volatiles pour s'unir entre elles, ou aux planètes, elles doivent, en continuant de circuler autour de cet astre, offrir toutes les apparences de la lumière zodiacale (1).

Dans cette hypothèse les comètes sont étrangères au système planétaire de notre soleil. Leurs mouvemens sont différens de ceux des planètes.

Et en attachant leur formation à celle des nébuleuses, on peut les regarder comme de *petites nébuleuses errantes* de systèmes en systèmes solaires, et formées par la condensation de la matière nébuleuse répandue avec tant de profusion dans l'univers. Lorsque ces astres sont visibles pour nous, ils ont une ressemblance si parfaite avec les nébuleuses, qu'on les confond souvent avec elles.

La comète observée en 1811 par Flaugergues, ressembloit parfaitement à une nébuleuse.

On regarde communément les orbes des comètes comme des ellipses très-alongées; mais ils peuvent être paraboliques et même hyperboliques. Leurs mouvemens sont sans cesse altérés par les perturbations des grosses planètes... dans notre système.

D'innombrables comètes, dit l'auteur, après s'être approchées

---

(1) J'avois dit (Discours préliminaire de 1813, pag. 67):
« Le fluide nébuleux n'est-il pas la cause de la lumière zodiacale?
» N'est-il pas encore la cause de quelques aurores boréales qui s'apperçoivent à de grandes distances de la terre? »

du soleil, s'en éloignent à des distances qui prouvent que son empire s'étend plus loin que les limites de notre système solaire.

Il semble, ajoute l'auteur, que la nature ait tout disposé dans le ciel pour assurer la durée du système planétaire...

« *Mais n'y eût-il dans l'espace céleste d'autre fluide que la lumière, sa résistance et la diminution que son émission produit dans la masse du soleil, doivent à la longue détruire l'arrangement des planètes.* »

L'auteur considère ensuite le système général des astres.

Reportons maintenant nos regards au-delà du système solaire, sur les innombrables soleils répandus dans l'immensité de l'espace, à un éloignement de nous, tel que le diamètre entier de l'orbe terrestre observé de leur centre, seroit insensible. L'analogie porte à croire qu'ils sont les foyers d'autant de systèmes planétaires. En effet ces astres sont, ainsi que le soleil, doués d'un mouvement de rotation, ayant été, comme lui, entourés primitivement d'une vaste atmosphère. Il est naturel d'attribuer à sa condensation les mêmes résultats qu'a produits la condensation de l'atmosphère solaire.

Plusieurs étoiles éprouvent dans leur couleur et dans leur clarté des changemens périodiques remarquables : ils indiquent de grandes taches à leur surface, et des mouvemens de rotation qui les présentent et les dérobent alternativement à nos yeux ; d'autres étoiles ont paru tout-à-coup, et ont ensuite disparu après avoir brillé pendant plusieurs mois d'une vive lumière : telle est la brillante, qui en 1557 brilla dans la constellation de Cassiopée, et disparut après seize mois sans avoir changé de place.

Quels changemens prodigieux ont dû s'opérer à la surface de ces grands corps! combien ils doivent surpasser ceux que nous observons à la surface de notre soleil!

Tous ces astres devenus invisibles n'ont point changé de place durant leur apparition. *Il existe donc dans l'espace céleste des corps* OPAQUES *aussi considérables, et peut-être en aussi grand nombre que les étoiles.*

« Il paroît que loin d'être disséminées à des distances à peu près égales, les étoiles sont rassemblées en divers groupes, dont quelques-uns renferment des MILLIARDS de ces astres. Notre soleil et les plus brillantes étoiles font probablement partie d'un de ces groupes qui, vu du point où nous sommes, semble entourer le

ciel et forme la voie lactée... Il est vraisemblable que les rayons émanés de la plupart de ces étoiles, *ont employé un grand nombre de siècles* pour venir jusqu'à nous. La voie lactée finiroit par offrir à l'observateur, qui s'en éloigneroit indéfiniment, l'apparence d'une lumière blanche et continue d'un petit diamètre.

» Il est donc probable que parmi les nébuleuses, plusieurs sont des groupes qui, vus de leur intérieur, paroîtroient semblables à la voie lactée.

» Si l'on réfléchit maintenant à cette profusion d'étoiles et de nébuleuses répandues dans l'espace céleste, et aux intervalles immenses qui les séparent, l'imagination, étonnée de la grandeur de l'univers, aura peine à lui concevoir des bornes.

» Le retour des comètes déjà observées, les nouvelles comètes qui paroîtront, l'apparition de celles qui, mues dans des orbes hyperboliques, doivent errer de systêmes (solaires) en systêmes, les perturbations que tous ces astres font éprouver aux mouvemens planétaires, celles qu'ils éprouvent eux-mêmes, et qui à l'approche d'une grosse planète, peuvent changer entièrement leurs orbites, enfin les altérations que les mouvemens et les orbes des planètes et des satellites reçoivent de la part des étoiles, et peut-être encore par la résistance des milieux éthérés : tels sont les principaux objets que le systême solaire offre aux recherches des astronomes et géomètres futurs. »

DE L'HISTOIRE NATURELLE.

Elle s'est encore enrichie cette année de plusieurs faits intéressans.

DE LA ZOOLOGIE.

L'histoire des animaux, quoique présentant plus de difficultés que la Botanique et la Minéralogie, fait néanmoins des progrès.

Geoffroy-Saint-Hilaire a donné un tableau des quadrumanes, ou des animaux composant le premier ordre de la classe des mammifères. Il en forme deux groupes.

Les *catarrhinins*, ou singes de l'ancien continent.

Les *platyrrhinins*, ou singes d'Amérique.

Hubert fils a fait sur les fourmis des observations intéressantes, dont Bosc nous a donné un extrait.

Lesueur a donné l'histoire de quelques nouvelles espèces de

mollusques et de radiaires recueillis dans la Méditerranée près de Nice.

Il y a un grand nombre d'autres travaux intéressans sur la Zoologie, que nous regrettons de ne pouvoir faire connoître, parce qu'ils exigent des détails dans lesquels le défaut d'espace ne nous permet pas d'entrer.

DE LA PHYSIOLOGIE ANIMALE.

DE L'INFLUENCE QUE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR EXERCE DANS LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA RESPIRATION.

La respiration a été regardée dans ces derniers temps, comme une espèce de combustion, savoir celle du carbone et de l'hydrogène contenus dans le sang veineux. L'oxigène absorbé par cette combustion, forme de l'acide carbonique et de l'eau.

On a cherché à déterminer la quantité d'air atmosphérique qu'un homme d'une stature moyenne inspire à chaque inspiration, et expire à chaque expiration. On a supposé qu'elle étoit de vingt à trente, et même à quarante pouces cubiques; mais j'ai fait voir que cette supposition n'étoit point exacte.

Un homme d'une stature moyenne n'inspire que quelques pouces d'air atmosphérique.

Or l'air atmosphérique ne contient qu'environ un cinquième d'oxigène, ou 0.21.

Dans l'acte de la respiration une très-petite portion de cet oxigène inspiré se combine avec une partie de carbone, et forme de l'acide carbonique.

Une autre portion de cet oxigène se combine avec une portion de gaz inflammable, et il y a production ou dégagement d'eau.

Mais la plus grande partie de cette légère portion d'oxigène ne se combine pas, et on le retrouve dans l'air expiré, mélangé avec de l'acide carbonique.

Mais Delaroche y a trouvé, comme moi, *production d'azote*.

Il a fait un grand nombre d'expériences pour déterminer l'influence que la température de l'air exerce dans les phénomènes chimiques de la respiration. Il a placé à différentes températures, des animaux dans des *manomètres*, ou vases de verre à grandes ouvertures, fermés hermétiquement par des plaques de cuivre à vis.

Si

Si l'on compare, dit-il, les résultats des expériences faites sur un même animal placé dans les mêmes circonstances, mais à des *températures différentes*, on verra que presque dans toutes les expériences tentées sur des animaux à sang chaud, la quantité d'oxigène absorbée a été un peu plus grande lorsque la température étoit basse, que lorsqu'elle étoit élevée.

La différence entre les quantités d'acide carbonique formées à des températures différentes, est encore moins considérable.

Dans tous les cas, il y a eu moins d'acide carbonique produit, que d'oxigène absorbé. *J'en ai conclu*, dit-il, *comme M. Berthollet, qu'il y a eu production d'azote.*

Dans une expérience faite sur un lapin, le manomètre contenoit 0.7900 d'azote, 0,2100 d'oxigène.

Après l'expérience, l'azote étoit 0.7991, l'oxigène 0.1516 et l'acide carbonique 0.0416.

Donc il y avoit eu production de 0.0091 d'azote et 0.0584 d'oxigène absorbé. (*Journal de Physique*, tome LXXVII, pag. 11.)

J'avois observé le même phénomène, et j'ai dit (*Essai sur l'air pur*, tome II, pag. 12) que dans l'air expiré il y avoit toujours production d'une portion d'*air impur*, l'azote de la nouvelle nomenclature.

Spallanzani a prouvé qu'il se passe un effet contraire chez les animaux à *sang froid*. Mes expériences, dit Delaroche, prouvent également que la chaleur augmente de la manière la plus marquée chez ces animaux, l'activité de la respiration. La quantité d'oxigène absorbée par des grenouilles exposées à une chaleur de 27°, a été dans une expérience *double*, et dans l'autre *quadruple*, de ce qu'elle étoit lorsque la température extérieure n'alloit qu'à six ou sept degrés.

DE LA CHALEUR ANIMALE.

La respiration étant regardée comme une espèce de combustion, on a cru qu'elle étoit la principale cause de la chaleur des animaux; mais j'ai fait voir qu'on donnoit trop d'extension à cette cause.

1°. *a* Nous venons de voir qu'un homme de stature moyenne n'inspiroit à chaque inspiration que quelques pouces cubiques

d'air atmosphérique. Or l'air atmosphérique ne contient qu'un peu plus d'un cinquième d'oxigène 0.21.

b. Il n'y a qu'une très-petite portion de cet oxigène combinée dans la respiration, certainement moins qu'un pouce cubique.

2°. *a* Un homme qui dort tranquillement, prend froid quoiqu'il respire très à son aise.

b. S'il fait de l'exercice, il acquiert de la chaleur et même il est en sueur.

c. Un animal exposé à un froid rigoureux, peut périr s'il ne prend point d'exercice. Si au contraire il marche, porte des fardeaux..., il conserve sa vie.

d. Par conséquent le mouvement musculaire a la plus grande influence sur la chaleur animale.

3°. Le gaz oxigène contient très-peu de chaleur, comme nous le verrons : donc la petite portion qui se combine dans l'acte de la respiration, a produit peu de chaleur.

J'ai conclu de ces faits, que la chaleur animale ne provenoit qu'en très-petite partie, du calorique dégagé de l'oxigène inspiré.

4°. Si la chaleur animale provenoit de la respiration, ou de la combustion du carbone dans l'acte de la respiration, le poumon devroit avoir un plus grand degré de chaleur que les autres parties du système, comme l'a dit Bodrie, ce qui n'est pas.

Il pense que la chaleur animale est en grande partie sous l'influence du système nerveux et du cerveau.

Dans les mouvemens musculaires, le système nerveux est dans une activité plus ou moins considérable : c'est pourquoi ils produisent de la chaleur chez l'animal.

5°. Ces mouvemens produisent des frottemens entre les différentes parties, et il en naît de la chaleur.

6°. La fermentation des diverses liqueurs animales contribue beaucoup à la chaleur des animaux; car on sait que toute matière qui fermente, contracte la chaleur. Or toutes les liqueurs animales sont dans un état continuel de fermentation.

7°. Il se fait dans l'économie animale des combinaisons continuelles, qui donnent de nouveaux produits, les acides phosphorique, urique, sébique..., la glutine, la fibrine...

Or toutes ces combinaisons sont toujours accompagnées d'un dégagement de calorique.

8°. L'action galvanique s'exerce puissamment entre les diverses parties hétérogènes du corps des animaux qui fermentent...

Ce galvanisme a beaucoup d'intensité chez la torpille, le gymnote électrique....

Cette action galvanique contribue puissamment sur la chaleur animale.

DE LA BOTANIQUE.

Picot la Peyrouse a donné une Histoire complète des plantes des Pyrénées.

Cassini a publié un beau travail sur les synanthérées, ou syngénésies de Linné, composées de Tournefort.

Palisot de Beauvois ayant reconnu que les méthodes pour l'étude et la connoissance des graminées étoient imparfaites, en a proposé une nouvelle qu'il appelle *agrostographie*.

Desvaux a publié sur les lycopodiacées de nouvelles observations, dont Jussieu et Mirbel nous ont donné un extrait.

Bonpland a publié la seconde livraison des plantes rares de Navarre et de Malmaison.

Redouté continue son bel ouvrage des liliacées.

Mirbel a donné la description des différens fruits.

Il a aussi donné l'Histoire de la Botanique depuis son commencement chez les Grecs jusqu'à nos jours.

Decandolle a donné un Traité élémentaire de la Botanique, ou une Exposition des principes de classification naturelle et de l'art de décrire et d'étudier les végétaux.

Tristan a fait un beau travail sur les bourgeons.

DE LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

DE L'ANALOGIE ENTRE LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE ET LA PHYSIOLOGIE ANIMALE.

Les philosophes, dès la plus haute antiquité, ont comparé l'organisation végétale à l'organisation animale. Pythagore, Empédocle, Aristote, Théophraste... se sont expliqué, à cet égard, d'une manière très-positive. Ils supposoient qu'il y avoit chez les plantes les mêmes *fonctions* que chez les animaux. Ils ne connoissoient point, à la vérité, la vraie circulation chez ceux-ci;

mais ils disoient qu'elle étoit la même chez celles-ci; ils savoient que quelques plantes, telles que le dattier, isolées, ne portoient pas des fruits...; ils en conclurent qu'il devoit y avoir des organes sexuels....

Harvée ayant démontré chez l'homme la vraie circulation du sang, on en a conclu que les autres liqueurs animales, la lymphe..., devoient également circuler, et on est parvenu postérieurement à découvrir les vaisseaux dans lesquels circule la lymphe....

On a également conclu que la sève et les autres liqueurs végétales devoient circuler : on a cru en voir les vaisseaux.

On a aussi découvert chez les plantes les vrais organes sexuels.

. . . .

C'est d'après tous ces faits que j'ai cru qu'il falloit considérer la Physiologie végétale. Je l'ai comparée, dans mes *Considérations sur les Etres organisés*, à la Physiologie animale; et c'est seulement de cette manière qu'on doit l'envisager, en faisant voir qu'on y trouve les mêmes FONCTIONS.

J'ai démontré qu'il y avoit dans les végétaux les mêmes *systèmes* que Pinel, Bichat... ont démontré dans les animaux.

Système du tissu cellulaire,
Système des membranes séreuses,
Système des membranes muqueuses,
Système des membranes fibreuses,
Système des membranes kératiques, ou cornées,
Système nucléen (du tissu des noyaux),
Système des membranes fibro-séreuses,
Système des membranes fibro-muqueuses,
Système des membranes séro-muqueuses,
Système des membranes des cicatrices,
Système des membranes des galles (noix de galles),
Système épidermoïde,
Système pileux (des poils),
Système épineux (des épines),
Système dermoïde,
Système dermoïde colorant,
Système des trachées,
Système médullaire,
Système fibreux, ou des vaisseaux séveux,
Système glanduleux,

Système exhalant (de la transpiration),
Système inhalant, ou absorbant,
Système moteur, qui remplace chez les végétaux le système musculaire. Il se trouve dans les trachées.....
Système des forces vitales,
Système des organes de la nutrition,
Système pneumateux, ou des organes de la respiration,
Système des organes de la circulation,
Système (sexuel) des organes de la reproduction,
Système des organes externes de la sensibilité,
Système des organes internes de la sensibilité.

Cette manière de considérer l'organisation végétale, disois-je, me paroît y jeter un grand jour; et je crois pouvoir assurer que par ce moyen l'Anatomie et la Physiologie végétales se trouvent aussi avancées que ces sciences le sont chez les animaux. Il y a sans doute beaucoup de choses à découvrir dans l'une et l'autre de ces sciences; elles sont aussi peu avancées, par exemple, chez les dernières classes des animaux, celles des polypes, celles des vermicules..., que chez les premières classes des végétaux, les fucus, les tremelles....; en les éclairant les unes par les autres, on leur fera faire des progrès.

Mais on ne doit pas s'écarter du principe reconnu par les anciens, que l'*Anatomie et la Physiologie végétales doivent sans cesse être rapprochées de celles des animaux*, surtout de celles des grandes espèces qui sont plus connues; les FONCTIONS, dans ces deux classes d'êtres organisés, surtout chez les insectes et les végétaux, ont de grandes analogies; elles doivent servir de bases aux recherches qu'on veut faire à cet égard.

Aussi, quand mon ouvrage parut, on me dit *que c'étoit la seule manière raisonnable de considérer l'Anatomie et la Physiologie végétales, et d'avancer les sciences*; mais...

DE L'ORGANISATION DES VÉGÉTAUX.

Link a suivi ces principes dans les nouvelles recherches qu'il a publiées sur l'organisation des plantes. Il considère d'abord le tissu cellulaire.

Ce tissu, dit-il, est composé de petites vésicules membraneuses, dont la figure varie beaucoup. Il en distingue diverses variétés à raison de la figure de ces vésicules:

1° Tissu alvéolaire,
2° Tissu alongé,
3° Tissu globulaire,
4° Tissu vésiculaire,
5° Tissu irrégulier,
6° Tissu d'aubier.

Link parle ensuite des trachées. Il en distingue différentes variétés dont il donne la description.

1°. *Vaisseaux en spirale libre.* Ils sont formés d'une lame spirale. Cette lame, dit-il, est quelquefois composée de plusieurs; il en a compté quelquefois jusqu'à sept.

Ils ont été décrits par Grew et par Malpighi; ceux à plusieurs lames ont été décrits par Sprengel.

2°. *Vaisseaux en spirale soudée.* Ils ne diffèrent des précédens que parce qu'ils se déroulent peu.

Ils ont été décrits par Rodolphe.

3°. *Fausses trachées.* Les lignes transversales qui parcourent ces vaisseaux, sont très-interrompues.

Elles ont été décrites par Hedwig.

4°. *Tubes poreux.* Le tube de la trachée est parsemé de petits pores.

Ils ont été décrits par Mirbel.

5°. *Vaisseaux à cloisons fausses.* Les diverses variétés sont quelquefois marquées de lignes peu distinctes qui paroissent des cloisons.

6°. *Vaisseaux en chapelets.* Ces vaisseaux montrent quelquefois des étranglemens qui paroissent les séparer en plusieurs parties.

Ils ont été décrits par Malpighi.

7°. *Vaisseaux à fausses cellules.* Les cloisons fausses s'augmentent quelquefois à un tel point, que les vaisseaux ressemblent au tissu cellulaire parsemé de pores.

8°. *Vaisseaux annulaires.* Ils consistent en plusieurs anneaux séparés les uns des autres.

Ils ont été décrits par Bernhardi.

Tous ces vaisseaux appartiennent sans doute à la même classe d'organes, dont ils ne sont que des variétés; mais je suis persuadé que dans les observations, il y a beaucoup d'illusion d'optique.

« Je crois, ajoute Link, que les vaisseaux en spirale, les fausses-trachées, les tubes poreux, en un mot, toutes ces variétés des trachées, sont une classe particulière d'organes destinés à contenir l'air nécessaire à la préparation des sucs. Ils accompagnent les vaisseaux séveux dans les plantes, comme dans les corps des animaux, les vaisseaux sanguifères sont accompagnés de vaisseaux aériformes. »

On sait que Swammerdam a démontré que chez les insectes les trachées se répandent dans tout le corps et accompagnent les vaisseaux.

La même chose paroît avoir lieu en partie chez les oiseaux.

Des observations répétées souvent et avec soin, dit Link, m'ont fait abandonner la théorie des modernes sur les vaisseaux des plantes, et suivre celles des premiers naturalistes qui ont renouvelé l'Anatomie des plantes. Je crois maintenant que *les fibres des plantes sont les vaisseaux dans lesquels la sève monte*, qu'ils sont tout-à-fait différens du tissu cellulaire, et qu'ils constituent une classe d'organes particuliers.

C'étoit l'opinion de Grew, de Malpighi...

J'ai démontré la même opinion (*Considérations sur les Êtres organisés*, tome I) en développant l'organisation de la fibre végétale, que j'ai fait voir être un composé de différens vaisseaux ; j'en ai distingué deux espèces principales; les uns sont assez gros, les séveux, et les autres très-petits : c'est ce qu'on observe très-distinctement en coupant transversalement un tronc d'arbre, de chêne, par exemple, dans ce qu'on appelle l'*accroissement annuel*. Les gros vaisseaux me paroissent destinés à la circulation de la sève : les petits me paroissent faire les fonctions d'un tissu glanduleux, et sécréter les diverses liqueurs du végétal....

Les vaisseaux séveux, dit Link, ne tirent pas la nourriture directement de la terre. A l'extrémité des racines et dans leur chevelu, il n'a point vu de vaisseaux; il y a observé, comme Sprengel, des papilles très-distinctes qui se remplissent de la liqueur nourrissante; les vaisseaux la pompent et la distribuent dans toute la plante.

Un vaisseau fibreux ne parcourt pas toute la tige de la plante suivant toute sa longueur. Dans un paquet de fibres, des vaisseaux finissent, d'autres commencent, d'une manière à ce qu'il paroît très-irrégulière.

Il est très-probable que le suc contenu dans les vaisseaux, aussi bien que dans les cellules, traverse facilement par les pores des membranes pour passer dans d'autres vaisseaux, ou dans d'autres cellules.

Ceci est prouvé par les faits. Un gros peuplier coupé et reposant sur un sol humide, pousse des branches qui s'élèvent verticalement....

DE LA CHALEUR DES VÉGÉTAUX.

Il est reconnu que les végétaux ont, ainsi que les animaux, une chaleur propre; elle est en général plus considérable chez ces derniers.

Néanmoins il est quelques circonstances où les végétaux ont une chaleur très-grande. Celle des *arum*, surtout celle du *maculatum*, a quelquefois une chaleur assez intense pour ne pouvoir être supportée par la main qui les touche. (*Voyez* mes *Considérations sur les Etres organisés*, tome II, pag. 370.)

J'ai fait voir (*ibidem*) qu'il est plusieurs causes de cette chaleur des végétaux.

1°. La *respiration*. Les végétaux respirent comme les animaux.

Mais nous venons de prouver que la respiration chez l'animal influe très-peu sur sa chaleur.

Nous devons en conclure qu'il en est de même chez le végétal.

2°. La *fermentation* qu'éprouvent les diverses liqueurs végétales, produit chez le végétal, de la chaleur comme chez l'animal.

3°. Les combinaisons de ces diverses liqueurs qui donnent une grande quantité de nouveaux produits, plusieurs acides, des alcalis, des huiles, des résines, des corps muqueux, de la gelée....

4°. La *nutrition*, chez le végétal, s'opère par la solidification et la cristallisation des parties nutritives. Or ces opérations sont toujours accompagnées d'un dégagement de chaleur.

5°. L'action galvanique exerce une puissante action chez les végétaux entre leurs diverses parties hétérogènes qui fermentent, donnent de nouvelles combinaisons...; elle y produit chaleur, lumière et divers mouvemens.

On sait que la capucine dans les grandes chaleurs lance des étincelles.

C'est

C'est sans doute à cette cause qu'est due la grande chaleur des *arums* dans le temps de leur floraison, dont nous venons de parler; car dans ces momens leur excitabilité, ainsi que celle de toutes les plantes, est très-grande dans les parties sexuelles; et cette excitabilité est un effet du galvanisme.

Les mouvemens très-distincts des étamines de plusieurs plantes sont également des effets de l'action galvanique.

Il en faut dire autant des mouvemens de leurs autres parties, de ceux de la sensitive, de l'hedisarum gyrans, de la dionée, de l'apocin...

Or nous avons vu que chez les animaux, l'action galvanique contribue puissamment à leur chaleur : la même chose a donc lieu chez les végétaux.

DE LA MINÉRALOGIE.

Du Saphir d'eau, ou variété de Dichroïte.

Cordier a fait de nouvelles recherches sur la pierre appelée par quelques minéralogistes, *saphir d'eau*, et par quelques autres, *quartz bleu*.

Elle paroît nous être apportée de l'Inde, et particulièrement de Ceylan.

Sa pesanteur est 2,580; ce qui l'éloigne du saphir.

Sa couleur paroît bleue au premier aspect.

Mais lorsqu'on la regarde suivant un plan perpendiculaire à la direction qui a fait voir le bleu, sa couleur est d'un brun clair tirant sur le gris.

Cette double couleur a fait croire à Cordier que cette pierre est une variété de la dichroïte.

De la Ligurite.

Cette pierre a été trouvée par Viviani dans les montagnes de la Ligurie, du côté de Gênes.

Cette substance, que je n'ai pas vue, paroît à plusieurs naturalistes une variété de titanit.

De la Chlorite dans les terrains secondaires.

On croyoit que la chlorite n'existoit que dans les terrains primitifs, mais elle se trouve également dans les terrains secondaires. Il y en a aux environs de Paris.

Risso l'a aussi vue aux environs de Nice. Près du château de Nice, dit-il, on voit des couches régulières de marne *chloriteuse* avec des bélemnites.

J'ai rapporté (*Leçons de Minéralogie*, tome II, pag. 487) qu'on trouve du mica en différens endroits des environs de Paris, à Chatillon, dans les bois de Versailles....

Ces faits font voir que des minéraux, qu'on croyoit particuliers aux terrains primitifs, peuvent être transportés dans les terrains secondaires.

Lambotin a aussi trouvé du fluor aux environs de Paris; mais il y est cristallisé avec du spath calcaire : ce qui prouve qu'il n'a point été apporté par transport.

De la Lherzolite.

J'ai donné à cette pierre le nom de *lherzolite*, du nom de Lhers dans les Pyrénées, où le Lièvre l'avoit trouvée; elle m'avoit paru une variété de smaragdite.

Charpentier fils l'a vue en grands bancs dans les mêmes lieux. Il la regarde comme une variété d'augite; mais on n'a point trouvé jusqu'à présent l'augite en masse.

Vogel en a fait l'analyse, et en a retiré,

Silice.	45
Alumine.	1
Chaux.	19.50
Magnésie.	16
Oxide de fer.	12
Oxide de chrôme.	0.50
Oxide de manganèse.	*une trace.*
Perte.	6

Cette analyse se rapproche beaucoup de celle de la smaragdite verte, faite par Vauquelin.

De la Picotite.

On trouve quelquefois au milieu des masses de lherzolite, une substance noirâtre qui paroît avoir quelques rapports avec la gadolinite. Charpentier lui a donné le nom de *picotite*, du nom de Picot de Lapeyrouse.

Des Mines d'étain en France.

On a découvert des mines d'étain proche Limoges, et d'autres à Pirac auprès de Nantes.

DES ROCHES.

Cette année nous a fourni sur les roches différens travaux, mais ils n'ont pas mérité l'approbation des minéralogistes, et ils continuent d'adopter la nomenclature des roches, donnée par les Allemands, toute imparfaite qu'elle est.

Pinkerton a publié sur les roches un travail assez étendu.

D'autres minéralogistes ont également proposé une nouvelle nomenclature des roches; mais on croiroit qu'ils ont voulu qu'elle fût unanimement rejetée, car ils se sont éloignés de tous les *principes philosophiques du langage*. Ils ont donné, par exemple, le nom de MIMOSE à une roche composée de feld-spath et d'augite. Or il n'est pas de naturaliste, ou même d'amateur, qui ne sache qu'on appelle ainsi une plante fameuse, la *sensitive*, *mimosa*, *MIMOSE*. Quand on lira le mot *mimose*, qu'est-ce qui indiquera si on parle d'une pierre ou d'une plante?

Il seroit inutile de rapporter les autres défauts de ce travail unanimement désapprouvé.

Il faut donc s'en tenir dans *ce moment* à ma division des roches.

I. Roches agrégées cristallisées,
 Granits,
 Granitoïdes.

II. Roches agrégées empâtées,
 Porphyres,
 Porphyroïdes.

III. Roches agrégées agglutinées,
 Brèches,
 Pouddings.

Ces roches se subdivisent en

Roches siliceuses,
Roches argileuses,
Roches magnésiennes,
Roches calcaires,
Roches barytiques,
Roches strontianiques,
Roches gluciniques,
Roches circoniennes,
Roches gadoliniques,
Roches sulfureuses,
Roches d'anthracite et de houille,
Roches de substances métalliques,
Roches volcaniques.

On doit ajouter:

Roches de substances salines.

Ce sont elles qui contiennent du sel gemme, du sel ammoniac, du borax....

Il seroit peut-être inutile de donner des noms particuliers à chacune de ces roches.

DE LA CRISTALLOGRAPHIE.

De la molécule des Cristaux.

Le docteur Wollaston a fait des recherches nouvelles sur la figure des molécules des cristaux. Partant d'une pensée ingénieuse du docteur Hooke, il prend pour principe que *les molécules primitives de la matière sont de forme sphérique :* ce sont celles des fluides, et les corps ne peuvent cristalliser que lorsqu'ils sont fluides. Il montre d'une manière très-satisfaisante, comment un nombre des formes primitives des cristaux peut provenir de la disposition relative de ces sphères. Il reconnoît que la supposition est purement gratuite; mais il affirme que dans l'état présent de la science, il n'y a pas d'autre moyen d'expliquer les diverses formes cristallines, et le tétraèdre en particulier.

Werner m'avoit dit dans son dernier voyage à Paris, qu'il pensoit que la figure des premières molécules de la matière étoit sphérique.

Preschtel a adopté la même opinion. Les corps, dit-il, ne

cristallisent que lorsqu'ils sont à l'état liquide. Or tous les faits paroissent prouver que les molécules des liquides sont sphérifiques. (*Voy*. mon Discours préliminaire de l'an 1812, t. LXXIV de ce Journal, pag. 23.)

Descartes avoit exprimé la même opinion. Il disoit que les molécules de ses deux premiers élémens, le feu et le fluide lumineux, étoient sphériques.

DE LA GÉOLOGIE.

Cette belle partie de nos connoissances est devenue l'objet des recherches d'un grand nombre de savans. Ils nous ont donné cette année, des travaux très-précieux sur différentes parties de la Géologie.

Cette science a toujours été un des principaux objets de mes études. J'en ai parlé spécialement dans ma *Théorie de la Terre*, l'ouvrage le plus complet que l'on ait sur cette matière, dans différens Mémoires insérés dans ce Journal, et dans mes Discours préliminaires, dont un article y est spécialement consacré.

La Géologie est aussi avancée que les autres parties de la philosophie naturelle. Elle a des problèmes, à la vérité, qu'on n'a encore pu résoudre; mais il y en a également dans toutes les autres sciences naturelles.

DES TERRAINS PRIMITIFS.

Les terrains primitifs forment la majeure partie de notre globe. Le géologue ne sauroit donc trop étudier ceux que nous connoissons, les granits, les porphyres, les gneis, les schistes, les amygdaloïdes..., les métaux, les anthracites, les filons...

Charpentier fils nous a donné des détails bien vus sur les Pyrénées.

Hoff et Jacobi ont visité en habiles minéralogistes, le Thuéringer-Wald, et Bruun Neergaard nous a fait connoître leur travail.

On doit, dans ces recherches, assigner principalement les chaînes des terrains primitifs qui traversent la surface du globe. C'est ce que j'ai fait dans ma *Théorie de la Terre*, tome IV, pag. 369.

J'ai distingué, par exemple, cinq grandes masses de terrains primitifs dans l'étendue de la France :

1° Une portion des Alpes,
2° Les Cévennes,
3° Une portion des Pyrénées,
4° Les montagnes de la Bretagne,
5° Les Vosges.

DES TERRAINS SECONDAIRES.

Les terrains secondaires sont également l'objet des recherches des géologues, et nous avons eu cette année plusieurs observations intéressantes sur ces terrains.

Risso a donné la description des terrains calcaires des environs de Nice.

Tous ces terrains secondaires renferment des quantités plus ou moins considérables de fossiles, c'est-à-dire, des débris d'animaux et de végétaux. Les géologues ont publié cette année des recherches savantes sur ces fossiles.

La connoissance des fossiles peut donner des notions sur la formation des dernières époques des couches du globe : aussi cette partie est-elle aujourd'hui étudiée avec beaucoup de soin : on y a fait de grands progrès, parce qu'on connoît mieux les animaux et les végétaux vivans.

J'ai distingué trois ordres fossiles.

Les fossiles MARINS déposés dans le sein des mers.

Les fossiles d'EAU DOUCE déposés dans le sein des eaux douces.

Les fossiles TERRESTRES déposés dans les continens comme dans les cavernes, ou ensevelis sous la chute de quelques montagnes..., sans avoir été maniés par les eaux.

On distingue encore,

Les fossiles d'êtres organisés qui vivent dans les mers.

Les fossiles d'êtres organisés qui vivent dans les eaux douces.

Les fossiles d'êtres organisés qui vivent sur les continens.

DES TERRAINS D'EAU DOUCE.

On ne sauroit douter qu'il y ait eu des terrains formés dans des lacs d'eau douce, après l'abaissement du niveau des eaux des mers, ainsi que je l'ai prouvé dans ma *Théorie de la Terre*, tome V, pag. 137.

Lamanon avoit déjà reconnu dans les terrains des environs de Paris, des coquilles d'eau douce (*Journal de Physique*, tome XVI, pag. 420, et tome XX, pag. 1); ce qui lui avoit fait dire que plusieurs de ces terrains, et particulièrement les plâtres, avoient été formés dans *des lacs d'eau douce.*

Il en avoit dit autant des plâtres d'Aix en Provence.

Coupé a également donné des descriptions bien faites des terrains des environs de Paris; il y a reconnu des coquilles d'eau douce.

J'en ai aussi parlé dans plusieurs endroits de ce Journal et dans mes *Leçons de Géologie.* Chaque année j'y conduis ceux qui suivent mes leçons au Collége de France.

Cuvier et Brongniart ont adopté l'opinion de Lamanon pour certains terrains des environs de Paris. Ils supposent qu'ils ont été formés dans des eaux douces, parce qu'on y trouve des coquilles d'eau douce. Ils ont trouvé à Montmartre *un cyclostome de couleur noirâtre.*

Brongniart, Prevost et Desmarest fils ont dit avoir également observé des coquilles d'eau douce dans une partie de la ci-devant Auvergne.

Bosc y en a également observé.

Beudant a aussi trouvé des lymnées..., coquilles d'eau douce, auprès de Vaucluse.

On en a aussi trouvé auprès de Valence en Dauphiné.

Passinge a observé des coquilles d'eau douce auprès de Roanne.

Tristan et Bigot de Morogue en ont trouvé auprès d'Orléans, dans un lieu que Bigot soupçonne avoir été autrefois le bassin d'un lac d'eau douce.

Omalius a aussi vu des coquilles d'eau douce dans les départemens du Cher, de l'Allier, de la Nièvre.

Il en a aussi observé dans les plaines d'Ulm;

Et encore à Rome.

Daudebert Ferrussac a vu des coquilles fossiles d'eau douce dans le Quercy et l'Agenois.

Il en aussi vu en Silésie,

Ainsi qu'en Espagne auprès de Burgos, où Bosc dit en avoir également vu.

Breislac a reconnu des coquilles fossiles d'eau douce dans différens cantons des Apennins.

Des coquilles d'eau douce ont également été trouvées dans l'île de Shepey, à l'embouchure de la Tamise.

Faujas a vu des coquilles fluviatiles sur les bords du Rhin auprès de Mayence;

Et auprès de Francfort, sur les bords du Mein.

Brard a également décrit des coquilles d'eau douce des environs de Paris : il pense que la plupart sont différentes de celles qu'on observe dans des eaux douces de ces contrées.

Beudant et Gillet-Laumon ont observé à Pierre-Laie, près Paris, des coquilles d'eau douce mélangées avec des coquilles marines.

Risso a fait connoître des coquilles qui se trouvent dans les terrains des environs de Nice.

« Les vagues de la mer, dit-il, agissant continuellement sur la roche, détachent ces pétrifications (marines), les arrondissent, les mêlent avec les coquilles marines actuelles, et LES DÉPOUILLES DES MOLLUSQUES TERRESTRES ENTRAINÉES PAR LES EAUX PLUVIALES..., le tout forme de nouveaux dépôts qui seront peut-être pour les races futures des sujets énigmatiques de méditation. » (*Journal de Physique*, t. LXXVII, p. 204.)

La plupart de ces naturalistes ont dit que les terrains où se trouvoient ces coquilles d'eau douce, avoient été formés toujours dans ces eaux douces, et ils les appellent *terrains de formation d'eau douce.*

Mais ces conclusions m'ont paru trop générales, ainsi que je l'ai dit (*Journal de Physique*, tome LXXVII, pag.), et les observations citées de Risso confirment ce que j'ai dit.

On ne sauroit nier qu'il n'y ait eu des terrains formés dans des eaux douces après la retraite des mers. Nous en voyons tous les jours se former dans les lacs d'eau douce, et j'en ai cité des exemples (*Théorie de la Terre*, tome V, pag. 137); mais on ne sauroit dire que tous les terrains où se trouvent fossiles des coquilles d'eau douce, ont toujours été formés dans les eaux douces.

Car nous avons vu qu'on trouve dans ces mêmes terrains, comme à Montmartre, des coquilles qui ne sont pas marines, des dépouilles de quadrupèdes des continens...: ceux-ci ont dû être chariés par les eaux courantes. Les coquilles fluviatiles auront donc pu également y être entraînées par les eaux, comme l'a observé Risso à Nice.

Et

Et effectivement on ne sauroit douter que les eaux douces, qui se versent journellement dans les mers, n'y portent, et des débris d'animaux et des végétaux des continens, et des débris d'animaux et de végétaux qui vivent dans les eaux douces. Ainsi les eaux de la Seine peuvent transporter au Hâvre des planorbes, des lymnées, des bulimes, des moules..., des eaux douces des environs de Paris....

La plus grande partie de ces coquilles est brisée, comme on l'observe à Grignon, dans les falhunières...; mais il s'en conserve quelques-unes de parfaitement intactes.

DES QUADRUPÈDES FOSSILES.

On avoit un grand nombre d'observations sur les fossiles des quadrupèdes mammifères et ovipares. Cuvier les a réunies en un seul corps d'ouvrage, et y a joint ses observations particulières.

Il a parlé de soixante et dix-huit quadrupèdes fossiles, tant vivipares que ovipares.

Douze sont analogues, dit-il, aux animaux vivans, ce sont,

1° Une espèce d'hippopotame,
2° Le cerf,
3° Le chevreuil,
4° Le bœuf,
5° L'aurochs,
6° Le bœuf musqué,
7° Le daim,
8° L'hyène,
9° Le loup,
10° Le chien,
11° Le cheval,
12° Le mouton.

Seize ou dix-huit autres espèces de fossiles paroissent analogues à des *genres* existans, mais non à des espèces existantes, ce sont,

L'éléphant,
Le rhinocéros,
Le tapir,
Le petit hippopotame,
Les ours,
Les jacuars,
Les lièvres,

Les renards, chacal,
Le lagomys,
La sarigue,
Les lamantins,
Les phoques,
Les crocodiles,
Les tortues,

. . . .

Enfin, quarante-huit autres espèces fossiles ne paroissent analogues ni à des espèces, ni à des genres existans, ce sont,

Le mégalonix,
Le mégathérium,
Cinq espèces de mastodontes,
Dix espèces de paléothérium,
Cinq espèces de anoplothérium,
Un pétrodactyle.

. . . .

Quelques auteurs avoient parlé de dépouilles fossiles de singes. Swendenborg avoit dit avoir trouvé dans des mines de cuivre, à Menungen, des os de guenon ou sapajou; mais Cuvier croit que ces os ont plutôt appartenu à des *sauriens.*

On avoit aussi parlé de fossiles de l'espèce humaine. Cuvier croit également que ces os ne sont point des os d'hommes.

Des Oiseaux fossiles.

Il seroit à souhaiter qu'on réunît également tout ce qu'on sait sur les autres fossiles.

Il existe des oiseaux fossiles. J'ai rapporté, *Théorie de la Terre*, tome II, pag. 505, en avoir vu dans des plâtres de Montmartre. On éleva mal-à-propos des doutes à cet égard; car bientôt après j'en eus plusieurs.

Mais on n'en connoît point encore d'analogues.

Des Poissons fossiles.

Dans le grand nombre de poissons fossiles qu'on a observés en plusieurs endroits, comme au Mont-Bolca..., on en a reconnu d'analogues à ceux qui vivent aujourd'hui. (*Voyez* Fortis, *Journal de Physique.*

Des Coquilles fossiles.

Les coquilles fossiles ont été observées dès la plus haute antiquité. Les prêtres d'Égypte en parlèrent à Hérodote. Pythagore les avoit vues suivant Ovide. Mais les connoissances à cet égard ont fait de grands progrès dans ces derniers temps.

Lamarck, Defrance.... ont bien fait connoître celles des environs de Paris.

Cuvier, Brognard, Faujas, Brard.... ont aussi fait des recherches intéressantes sur le même objet.

On distingue trois ordres de coquilles fossiles,
Les marines,
Les fluviatiles,
Les terrestres.

Les marines sont les plus nombreuses. Dans le seul dépôt de Grignon, on en trouve près de six cents espèces, dont les espèces ou les genres vivent dans différentes mers éloignées les unes des autres.

La plupart des mêmes espèces se retrouvent à Courtagnon proche Reims, suivant Lamarck.

Menard compte parmi les nombreuses coquilles fossiles marines du Mont-Pulgnasco, 23 espèces dont les analogues vivent dans les différentes mers de l'Asie, d'Afrique, d'Amérique et d'Europe. *Journal de Physique*, tome LXV, pag. 105.

Les coquilles fluviatiles et terrestres sont moins nombreuses. Daudebert Ferrussac en compte 83 espèces connues, savoir:

21 *Hélices*, *bulimes*, ou *maillots*,
1 *Vertigo*, genre voisin des maillots,
24 *Lymnées*,
10 *Planorbes*,
1 *Physe*,
5 *Cyclostomes*,
11 *Paludines*,
1 *Potamide*, ou cérite de l'embouchure des fleuves,
3 *Mélanopsides*,
3 *Mélanies*,
2 Coquilles voisines du *bulimus glans*,
1 *Néritine*.

Vingt-cinq de ces espèces, dit-il, ont leurs analogues vivans sur le même sol.

Huit de ces espèces ont leurs analogues vivans aux Indes et en Amérique.

Cinquante de ces espèces n'ont point encore d'analogues connus.

Des Crustacés et des Insectes fossiles.

Il y a des crustacés fossiles, comme à Maestricht....
Tous les naturalistes connoissent les insectes du succin.

Des Madrépores fossiles.

Toutes ces productions, à l'état fossile, sont très-abondantes.

Des Végétaux fossiles.

Les végétaux fossiles sont extrêmement abondans, puisqu'ils forment cette quantité immense de houilles et de tourbes qui existent.

On trouve encore de grandes quantités de bois fossiles, de bois pétrifiés.

. . . .

La plus grande partie de ces fossiles est brisée, comme dans les grands amas de coquilles, à Grignon, à Courtagnon, dans les falhunières...., dans les tourbières....

Mais au travers de ces débris mutilés de fossiles, quelques-uns sont même très-délicats, assez bien conservés, tels que le *cyprea pediculus*, le *pyrulaficus*..., ma grosse cérite..., des dents, des fémurs....

Quelques-uns de ces fossiles paroissent n'avoir pas été déplacés, tels que la forêt de palmiers que Audenrieth a observée sur les bords du Necker... La forêt observée par Lafruglaie sur les bords de la mer du côté de Morlaix....

D'autres fossiles ont été peu déplacés, tels que ces coquilles fluviatiles fossiles ou terrestres, dont les analogues vivent dans les lieux où se trouvent les fossiles.

Mais le plus grand nombre des fossiles paroît avoir été transporté à des distances plus ou moins considérables.

a. On ne trouve ordinairement des fossiles que quelques por-

tions séparées du squelette des animaux, comme des dents, des fémurs, quelques bois..., et jamais l'être organisé entier.

b. On trouve réunis dans un même dépôt, des fossiles marins, fluviatiles et terrestres....

c. Des fossiles ont leurs analogues dans des contrées très-éloignées les unes des autres....

Ces faits indiquent donc que ces fossiles ont été transportés
d Par les courans qui ont lieu dans les mers;
e Par ceux qui ont lieu dans les lacs;
f Par les courans des fleuves;
g Par des catastrophes arrivées à la surface du globe.

DES CATASTROPHES ARRIVÉES A LA SURFACE DU GLOBE.

Les géologues, résumant les faits divers que présente la théorie de la terre, concluent avec les prêtres de Memphis, et tous les philosophes, qu'il est arrivé à la surface du globe différentes catastrophes plus ou moins considérables. Quelques-uns même supposent des catastrophes générales.

J'ai rapporté les causes qui ont pu opérer ces castatrophes particulières, ce sont:

1° *Des inondations particulières.*

J'ai prouvé, *Théorie de la Terre*, tome V, pag. 280, que différentes causes ont pu produire des inondations particulières plus ou moins considérables.

a. Des pluies abondantes, telles que celles qui font déborder le Nil, le Niger, le Ménan....

b. Des débacles de lacs. L'Histoire fait mention d'un grand nombre de ces débacles, dont j'ai rapporté quelques-unes, les déluges d'Ogygès, de Deucalion, de Prométhée....

c. Des vents violens ont produit de grandes inondations en Hollande, en soulevant les eaux des mers, comme en 1218, en 1646. (*Voyez* Buffon.)

Ces eaux marines ont séjourné plus ou moins de temps sur des tourbières, et autres terrains formés dans les eaux douces, et y ont déposé des coquilles marines. Poiret a observé du côté de Soissons des tourbières contenant des coquilles fluviatiles, recouvertes de terrains contenant des coquilles marines, des cérites, des vénus, des huîtres. *Journal de Physique*, t. LI, p. 292.

d. Les explosions des feux souterrains soulèvent quelques portions des mers, et causent des inondations particulières....

e. La chute de quelques montagnes a produit des inondations locales....

Mais aucun fait ne prouve qu'il y ait eu une inondation générale de toute la surface du globe.

Whiston avoit supposé que la queue d'une comète, celle de 1680, auroit pu produire une pareille inondation. Cette idée est rejetée aujourd'hui. « L'ouvrage de Whiston, dit Delambre » (*Leçons d'Astronomie*), est regardé aujourd'hui comme un » *roman scientifique.* »

2°. Les tremblemens de terre ont causé d'assez grandes catastrophes à la surface du globe; mais leurs effets ont toujours été bornés à quelques contrées. Celui de Lisbonne, en 1755, ébranla plusieurs contrées assez distantes les unes des autres; mais ses effets furent bien éloignés de produire une catastrophe générale. Les terribles explosions des énormes volcans du Mexique et du Pérou ne produisent que des catastrophes limitées....

3°. Le passage d'une comète proche la terre, a encore été regardé comme une cause qui auroit pu produire une grande catastrophe à la surface du globe, en soulevant les eaux des mers; mais les astronomes conviennent tous aujourd'hui que cette hypothèse n'a aucune probabilité fondée. Ils regardent, ainsi que nous venons de le dire, l'ouvrage de Whiston comme un *roman scientifique.*

4°. Mais il est une autre cause qui doit produire à la suite des siècles, de grands changemens sur notre globe : c'est l'augmentation de sa masse, que j'ai prouvé devoir avoir lieu. (*Théorie de la Terre*, tome V, pag. 367.) « Une grande partie, ai-je dit, » des terrains secondaires est formée des débris des êtres orga- » nisés; tels sont les bitumes qui forment des couches immenses » et très-profondes, les plantes fossiles, les coquilles qui font » la majeure partie d'un grand nombre de pierres, les os fos- » siles, plusieurs substances salines de ces terrains.... »

La masse du globe terrestre augmentant, doit produire des changemens dans ses relations avec les autres globes; leurs attractions mutuelles changeront....

Le soleil, d'un autre côté, perd peut-être de sa masse....

Il me paroît donc certain qu'à la suite des siècles il se produira de grands changemens sur notre globe.

C'étoit la doctrine des anciens philosophes. Ovide fait dire à Pythagore (*Métamorphoses*, liv. 15) :

Nihil equidem durare diù sub imagine eâdem crediderim.

Lucrèce a aussi dit (liv. 5) :

.... multosque per annos
Sustentata ruet moles, et machina mundi.

Mais quels seront ces changemens? nous n'avons pas assez de faits pour en prévoir la nature.

Quant à l'hypothèse de Deluc, qui a avancé que *l'existence de l'espèce humaine est postérieure à celle des autres espèces*, elle me paroît dénuée de preuves. On ne trouve pas, dit-il, des fossiles de l'espèce humaine... Je réponds,

1°. Nous venons de rapporter qu'on ne trouve fossiles que les os d'environ douze *espèces* de quadrupèdes connus; et environ seize à dix-huit de *genres* connus. En conclura-t-on que toutes les autres espèces n'existoient pas non plus à cette époque?

On ne trouve fossiles les os d'aucune des espèces nombreuses de singes, l'ourang, le chimpanzé..., d'aucune espèce de makis, de loris....

En conclura-t-on que ces espèces n'existoient pas à l'époque où existoient les espèces dont on trouve les os fossiles?

2°. Mais, ajoute-t-on, l'espèce humaine est aujourd'hui si multipliée....

Il est aisé de répondre que l'espèce humaine n'étoit pas, à ce moment, aussi nombreuse qu'elle l'a été depuis qu'elle s'est réunie en grandes sociétés.

3°. Enfin on sait que les os des plus grands animaux qui périssent dans les champs, dans les forêts..., se décomposent assez promptement lorsqu'ils demeurent exposés à l'air. On ne trouve dans nos forêts aucuns os de nos ours, de nos sangliers, de nos cerfs, de nos loups... On ne trouve dans les champs en Asie, en Afrique..., aucuns os d'éléphans, de rhinocéros....

4°. Ceux qu'on trouve fossiles n'ont donc été conservés que lorsqu'ils ont été enveloppés de terre, ou de sable, peu de temps après la mort de l'animal.

Ceci n'est arrivé que dans quelques circonstances particulières

et extraordinaires. Aussi ne rencontre-t-on que très-peu de fossiles de quadrupèdes, de poissons, d'oiseaux, de végétaux... relativement à la quantité immense qui en a existé.

Il en est autrement des coquilles fossiles; elles sont assez abondantes. Néanmoins cette quantité est très-petite relativement à celles qui ont existé; et ce qu'il faut bien considérer, c'est qu'on trouve en quelques endroits des amas immenses de coquilles de diverses contrées, avec des fossiles de quadrupèdes, de cétacés..., elles y ont donc été amoncelées par des circonstances locales.

Les végétaux fossiles sont aussi très-abondans, puisqu'ils ont formé cette quantité immense de houille et de charbon de terre....

Toutes les espèces de végétaux et d'animaux existans peuvent bien n'avoir commencé d'exister, ni à la MÊME ÉPOQUE, ni dans les MÊMES CONTRÉES : ainsi les animaux des continens ont commencé d'exister postérieurement aux animaux marins....

Mais rien n'indique que l'espèce humaine ait commencé d'exister après celles des singes, des makis... (*Voyez* ce que j'en ai dit.)

DES ÉPOQUES OU ONT ÉTÉ DÉPOSÉS LES FOSSILES.

J'ai fait voir que les époques où ont été déposés les fossiles, sont difficiles à assigner. Néanmoins on peut dire, en général, que

a Les fossiles qui se trouvent dans les pierres soit calcaires, soit gypseuses, soit schisteuses, soit gréseuses, soit bitumineuses..., ont été déposés lorsque ces pierres ont été formées, et par conséquent sont les plus anciens des fossiles;

b Les brèches ayant été formées après les pierres, les fossiles des brèches sont donc postérieurs à ceux des pierres;

c Les houilles et les tourbes sont également postérieures aux pierres secondaires. Les fossiles qui se trouvent dans les houilles et les tourbes, sont donc également postérieurs à ceux des pierres;

d Les terrains d'alluvion sont encore postérieurs à ceux dont nous venons de parler, par conséquent les fossiles contenus dans ces terrains, sont en général des plus modernes;

e Les cavernes n'ont été découvertes qu'après la retraite des eaux des mers. Les animaux troglodytes n'ont pu s'y retirer qu'à des époques très-récentes et y laisser leurs débris.

On n'y a trouvé jamais des fossiles d'animaux marins.

Résumé.

Résumé.

Tous les faits recueillis sur les fossiles sont si intéressans, que je crois utile d'en présenter ainsi l'ensemble lié aux principes généraux de Géologie.

1. Les théories astronomiques admises aujourd'hui, ne permettent pas de supposer que le globe terrestre ait été choqué par quelques comètes, ni qu'elles y aient exercé aucune action sensible. Le système de Whiston à cet égard, est aujourd'hui, dit Delambre, regardé comme un *roman scientifique*.

2. Elles ne permettent pas non plus de supposer qu'il y ait eu sur notre globe un printemps perpétuel, ni de supposer une diminution dans la chaleur du soleil, telle qu'elle ait une influence sensible à la surface du globe.

3. Tous les faits prouvent que le globe terrestre a été couvert primitivement par les eaux.

4. Les terrains *primitifs* qui composent la masse du globe, ont été formés dans ces eaux par *cristallisation*, et ont été déposés, suivant les lois des affinités, soit en *plaines*, soit en *montagnes*; là, les granits, les granitoïdes; ici, les porphyres, les porphyroïdes; ailleurs, les gneis, les schistes...; dans d'autres endroits, les mines métalliques, les anthracites....

5. Ces eaux ont diminué successivement; les continens ont été découverts...; les êtres organisés ont paru; ils ont été formés par *cristallisation*.

6. De nouveaux terrains, les *secondaires*, se sont formés et déposés en plaines, en montagnes..., et les débris des êtres organisés y ont été enfouis : ce sont *les fossiles d'eaux marines*, ou *primitives*. Ils étoient peu abondans dans les commencemens.

Mais ces débris n'ont pu être conservés que lorsqu'ils se sont trouvés à l'abri du contact de l'air et des impressions extérieures.

7. Des lacs se sont formés dans les gorges des montagnes; ils se sont remplis postérieurement d'*eaux douces*, dans lesquelles vivoient des êtres organisés différens de ceux qui étoient dans les eaux des mers, et sur les continens. Des terrains particuliers se sont formés dans ces lacs. Les débris de leurs êtres organisés y ont été enfouis, et ont formé les *fossiles d'eaux douces* qui ont paru lors du desséchement de ces lacs.

8. Quelques fossiles n'ont point été maniés par les eaux, tels que ceux des cavernes ou des montagnes éboulées...; ce sont les *fossiles terrestres*.

9. Les fossiles se trouvent dans des localités différentes : *a* dans des pierres, dans des schistes, des houillières, des tourbières..., *b* dans des brèches, *c* dans des terrains d'alluvion, *d* dans des cavernes, *e* sous des montagnes écroulées.

Ils se trouvent dans différens états, *a* entiers comme les insectes du succin, *b* terréfiés, *c* pétrifiés, *d* métallisés, *e* bituminisés, *f* ou ils n'ont laissé que leur empreinte.

10. Tous les faits prouvent que la masse du globe a joui primitivement d'une température assez élevée. Cette chaleur étoit considérable, non-seulement sous la zone torride, mais encore sous les zones tempérée et polaire.

Mais cette température diminue chaque jour.

11. Par conséquent les végétaux et les animaux, qui ne peuvent subsister aujourd'hui que dans les pays chauds rapprochés de l'équateur, ont pu subsister autrefois, comme l'a dit Buffon, dans des contrées rapprochées des pôles, lesquelles jouissoient alors d'une température assez élevée. Le lion existoit en Sicile, en Grèce..., comme l'histoire l'apprend, il y a peu de siècles.

12. Parmi les fossiles se trouvent des débris d'espèces analogues aux espèces des êtres vivans actuellement, mais en petit nombre.

Ces êtres vivans analogues à des fossiles, habitent presque tous les contrées qui jouissent actuellement d'une température élevée.

13. Un nombre plus considérable de fossiles n'est pas analogue aux espèces vivantes, mais seulement à quelques genres d'espèces vivantes.

Néanmoins il est possible que les légères différences, qu'on y apperçoit, proviennent des causes dont j'ai parlé dans mon ouvrage *de la Perfectibilité et de la Dégénérescence des êtres organisés*, surtout par le croisement des races et les espèces hybrides.

14. Mais le plus grand nombre des fossiles n'a nulle analogie avec les espèces, ni avec les genres vivans.

15. Il en faut conclure qu'une partie des espèces existantes primitivement a péri, tels que les mastodontes, les mégalonix...

16. On ne trouve pas de fossiles de l'espèce des singes, de l'espèce humaine, ni de plusieurs autres espèces...

On ne sauroit en conclure que l'existence de ces espèces est postérieure à celle des espèces dont on trouve des fossiles; car *a* les fossiles sont en très-petit nombre; *b* on ne connoît point encore tous les êtres organisés vivans; *c* on ne connoît également pas tous les fossiles.

17. Il est vraisemblable que des êtres organisés ont été produits à DIFFÉRENTES ÉPOQUES.

18. Il est également vraisemblable que les mêmes espèces d'animaux et de végétaux ont été produites dans DIFFÉRENTES CONTRÉES.

19. Par conséquent des fossiles de mêmes espèces, qu'on trouve dans des continens éloignés, ont pu appartenir à différens êtres organisés de la même espèce, qui ont été produits primitivement dans ces *différentes contrées*.

20. Les végétaux et les animaux dont on trouve des fossiles, existoient quelquefois vivans à peu près dans les lieux où sont leurs fossiles: telles sont les forêts fossiles de palmiers et d'autres arbres....

On a trouvé fossiles des coquilles fluviatiles dont les analogues vivent dans les mêmes lieux.

21. Mais le plus souvent les analogues des fossiles ont dû vivre dans des lieux plus ou moins éloignés de ceux où sont les fossiles, et le plus souvent dans des régions équinoxiales.

22. Une grande partie des fossiles paroît avoir été transportée, et elle n'a pu l'être que par des courans; *a* car on ne trouve fossiles que quelques os séparés, et jamais le squelette entier; *b* on trouve mélangés des fossiles d'êtres qui n'ont pu vivre ensemble; par exemple, au Mont-Pulgnasco on trouve mélangés des os fossiles d'éléphans, de rhinocéros, de baleines, de dauphins..., et une multitude de coquilles dont les analogues vivent dans les mers des Indes, de l'Asie, de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Europe....

Ces fossiles ont donc appartenu à des animaux marins, quelquefois à des animaux des lacs ou des fleuves...; donc ils ont été *transportés*.

23. Ces fossiles ont donc été transportés par des *courans* qui les ont réunis et amoncelés. Ils ont été le plus souvent brisés, mais quelques-uns ont été conservés plus ou moins intacts, par des circonstances particulières.

24. Ces courans ont été, *a* ou des fleuves, *b* ou des lacs, *c* ou des mers, *d* ou produits par des catastrophes plus ou moins étendues.

Mais aucun fait ne prouve qu'il y a eu une catastrophe générale.

25. La plus grande partie des fossiles a été déposée dans les eaux des mers, comme le prouvent les coquilles marines, les poissons marins, les cétacés....

26. Quelques autres ont été déposés dans les lacs ou dans les grands fleuves....

Quelques autres sont les débris d'animaux émigrés, voyageurs, ensevelis sous des montagnes éboulées, ou transportés par des circonstances locales..., comme l'éléphant observé sur des glaces au pays des Kirghis par Adams....

27. Mais les eaux des fleuves charient dans les mers, des coquilles, des débris d'animaux et des végétaux fluviatiles et terrestres. On pourra donc trouver des fossiles fluviatiles et terrestres mélangés avec des fossiles marins.

28. Les mouvemens des eaux des lacs dégradent leurs bassins qui, ayant été formés dans les eaux des mers, contiennent des fossiles marins. On pourra donc également trouver des fossiles marins mélangés avec les fossiles fluviatiles.

29. *On pourra donc trouver dans des terrains formés dans des lacs d'eau douce, des fossiles marins, comme on peut trouver dans des terrains formés dans les eaux des mers, des fossiles fluviatiles et terrestres.*

30. Les eaux des mers peuvent revenir couvrir des terrains formés dans les eaux douces, comme elles ont fait souvent en Hollande, et y former des dépôts marins, ainsi que l'a observé Poiret : on pourra donc trouver sur des terrains contenant des fossiles fluviatiles, d'autres terrains contenant des fossiles marins.

31. On distinguera ces différens terrains, et on dira,

Terrains où l'on trouve fossiles des débris d'êtres organisés marins;

Terrains où l'on trouve fossiles des débris d'êtres organisés fluviatiles;

Terrains où l'on trouve fossiles des débris d'êtres organisés terrestres ou continentaux;

Terrains où l'on trouve fossiles des débris d'êtres organisés qui n'ont pas été maniés par les eaux.

32. Ce sera donc à la sagacité de l'observateur à savoir distinguer et apprécier les circonstances, pour affirmer si tel terrain qui contient des fossiles a été formé, *a* ou dans le sein des mers, *b* ou dans les eaux douces, *c* ou si ces fossiles n'ont point été maniés par les eaux, et sont les débris d'animaux émigrés, ou voyageurs.

Je vais en présenter quelques exemples.

33. Les tourbières paroissent avoir été formées dans les eaux douces. On n'y trouve que les débris des plantes des marais, des coquilles d'eaux douces, des os fossiles de castors...

34. Les houillières, au contraire, ont été déposées le plus souvent dans les eaux des mers. Les poissons qu'on y trouve sont marins : on y trouve aussi des coquilles marines....

35. Les plâtres de Montmartre, par exemple, et ceux des environs de Paris, paroissent avoir été formés dans les eaux des mers, et non dans les eaux douces, comme le prétendoit Lamanon. On convient aujourd'hui que les couches inférieures de Montmartre ont été formées dans les eaux des mers, parce qu'on y a trouvé des coquilles reconnues être *marines*.

On en doit convenir également pour les couches supérieures, puisque j'y ai trouvé des poissons reconnus marins.

J'ai trouvé dans la couche supérieure dite des *Hauts-Piliers*, un *sparre*, poisson de mer.

J'ai aussi un ésoce, poisson de mer, trouvé dans ces couches supérieures....

Mais les terrains des couches à la surface des environs de Bièvre, aux environs de Versailles...., contiennent des planorbes, des lymnées..., comme l'a observé Coupé (*Journal de Physique*, tome LXXI, pag. 363); ils paroissent donc avoir été formés *après la retraite des eaux des mers*, dans un lac d'eau douce.

Les mêmes faits s'observent dans plusieurs endroits, à Grignon, à Courtagnon, dans les falhunières....

36. Tous les faits prouvent que ces invasions particulières des eaux des mers sont très-bornées, et ne produisent que des effets très-limités, comme en Hollande...

37. Des allées et venues des eaux des mers et des eaux douces, qui se seroient remplacées successivement, ne sont point prouvées, excepté dans quelques cas, comme en Hollande; mais aucun fait ne prouve point une invasion générale des eaux des mers.

38. Cette explication de la formation des terrains secondaires et des dépôts des fossiles, paroît confirmée par tous les faits observés.

On doit conclure de tous les faits que nous venons de rapporter, que la théorie de la terre, ou la géologie, est aussi avancée que les autres parties de la Physique.

Si nous remontons par la pensée à la première formation du globe, nous dirons, que d'après les notions actuelles sur la *matière nébuleuse*, il faut supposer que la matière première dont est formé l'univers, se présentoit sous forme de matière nébuleuse, et que,

1° Le globe terrestre, et tous les corps qu'il contient, ont été formés (ainsi que tous les autres globes) d'une portion de cette matière nébuleuse *diffuse ;*

2° Cette matière nébuleuse étoit à l'état aériforme;

3° Cette matière, d'abord *diffuse*, s'est *condensée* par la force condensante en une masse sphéroïdale, qui avoit sur son axe un mouvement de rotation en 23 heures 56′ 4″;

4° Cette matière a d'abord formé des fluides, l'oxigène, l'azote, l'hydrogène, l'eau....;

5° Ces fluides se combinant avec les grands fluides de l'univers, le calorique ou le feu, le lumineux, l'électrique, le magnétique.... ont formé les autres principes des corps terrestres, le soufre, le phosphore, le charbon, les terres, les métaux....;

6° Toutes ces diverses substances réunies ont ensuite formé le globe terrestre par CRISTALLISATION, à peu près de la manière dont j'ai tâché de le développer dans ma *Théorie de la Terre*, et dans différens Mémoires insérés dans ce Journal.

DES VOLCANS.

La ville de Caracas dans l'Amérique méridionale, et ses environs, ont été bouleversés par de terribles tremblemens de terre, quatre-vingts mille habitans y ont, assure-t-on, perdu la vie.

En Europe, on a éprouvé grand nombre de commotions souterraines dans différentes contrées, mais elles n'ont présenté aucuns phénomènes nouveaux.

Il y a eu une éruption de substances volcaniques du sein de la mer, auprès de l'île Saint-Michel aux Açores.

On doit distinguer plusieurs causes des tremblemens de terre:

1° Les uns sont des suites des éruptions volcaniques; les gaz qui s'en dégagent des matières enflammées, enfilent avec rapidité des fentes qui se trouvent dans ces terrains, et en passant avec force, produisent des secousses plus ou moins violentes.

Mais d'autres tremblemens de terre, tels que ceux qui ont lieu sans apparence d'éruptions volcaniques, paroissent être les effets de l'action galvanique des différentes parties hétérogènes du globe, surtout des substances métalliques.

Pour mesurer l'intensité des tremblemens de terre, on a inventé un instrument qu'on appelle *elskysmomètre*. Cet instrument fait des oscillations lorsqu'il est ébranlé. On estime l'intensité des commotions souterraines par la grandeur et le nombre des oscillations de l'instrument.

DE LA GÉOGRAPHIE.

Gosselin, dans ses recherches sur la Géographie des anciens, a fait voir que les géographes grecs, Eratosthènes, Hipparque, Possidonius, Strabon, Ptolémée... avoient puisé leurs connoissances, qui étoient assez exactes, chez un peuple plus ancien. Il suppose que c'étoit chez les Hindoux.

Mais il me paroît plus probable que c'étoit plutôt chez les Tartares et les Chinois. J'ai prouvé dans ce Journal, que les Chinois paroissoient avoir été plutôt instruits que les autres peuples. Ils connoissoient,

1° L'imprimerie,
2° La boussole,
3° La poudre à canon,
4° L'usage de la soie,
5° L'Astronomie....

La connoissance de la boussole annonce qu'ils étoient de grands navigateurs, et par conséquent ils devoient avoir des connoissances étendues en Géographie. Leurs connoissances astronomiques leur donnoient les moyens de s'assurer des longitudes et des latitudes.

Le goût des voyages est aujourd'hui général, et les voyageurs instruits étendent nos connoissances géographiques.

Morier nous a donné des détails géographiques sur la Perse, sur l'Arménie, sur l'Asie mineure...

Kimmel a publié son voyage au Caucase.

Mawe a mieux fait connoître le Brésil; il nous a donné des détails intéressans sur la Minéralogie de ces contrées, sur leurs mines d'or, sur leurs mines de diamant....

Il y a un grand nombre d'autres voyageurs.

DE LA PHYSIQUE.

La Physique cherche à déterminer les lois du mouvement des différens corps. On la divise en deux parties :

L'une qui détermine les lois du mouvement des corps solides ;

L'autre qui détermine les lois des corps fluides.

Lagrange dans sa *Mécanique* (tome I, avertissement) considère ces lois sous deux rapports généraux.

La statique, ou théorie de l'équilibre.

La dynamique, ou théorie du mouvement.

L'hydrostatique est par conséquent la théorie de l'équilibre des fluides.

L'hydrodinamique est la théorie du mouvement des fluides.

Lagrange a soumis à la plus sublime analyse (pag. 45),

1° *Les propriétés de l'équilibre d'un système libre de corps ; relativement au mouvement de translation ;*

2° *Les propriétés de l'équilibre relativement au mouvement de rotation.*

De la Statique.

Lagrange a ramené toutes les lois de la statique, ou de la théorie de l'équilibre des solides, à trois principes, celui du *levier*, celui de la *composition des forces* et celui des *vîtesses virtuelles* (*Mécanique*, tome I, pag. 2).

Des Machines.

Les machines suppléent à la foiblesse de nos organes. Le physicien et l'artiste en inventent chaque jour de nouvelles. Une des plus précieuses pour les progrès de la Physique, a été la pile de Volta.

De

De l'Hydrostatique et de l'Hydrodynamique, ou Théorie des lois de l'équilibre et du mouvement des fluides.

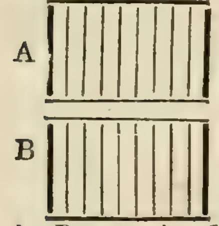
« Quoique nous ignorions, dit Lagrange (*Mécanique*, tome I, pag. 174), la constitution intérieure des fluides, nous ne pouvons douter que les particules qui les composent ne soient matérielles, et que par cette raison les lois générales de l'équilibre ne leur conviennent, comme aux corps solides. En effet, la propriété générale des fluides, et la seule qui les distingue des corps solides, consiste en ce que toutes leurs parties cèdent à la moindre force, et peuvent se mouvoir entre elles avec toute la facilité possible. »

Pour concevoir la cause de ces phénomènes, il faut reconnoître que chaque partie de matière a une FORCE PROPRE, qu'elle ne perd jamais, ainsi que je l'ai prouvé. *Princ. de la Phil.*

Du sel ammoniac, par exemple, trituré avec de la chaux, l'alcali volatil est dégagé avec toute sa vivacité ordinaire.

De l'acide sulfurique versé sur ce même sel, l'acide marin se dégage également avec force.

Les molécules de l'ammoniaque et celles de l'acide marin avoient donc chacune une *force propre*, qui étoit *in nisu*, comme celles d'un ressort bandé.



Les molécules des fluides jouissent toujours de cette *force propre*, qui leur donne un mouvement continuel de *rotation*, d'*ondulation*, d'*oscillation* ou de *vibration* autour de leur axe ou point d'équilibre. Il est analogue à celui des jouets des enfans, qu'on appelle *sabots*. Les centres des forces ne sont pas aux centres des masses; car, soient les deux corps A, B avec des forces égales opposées, qui correspondent aux centres des masses, ils seront immobiles; mais si les centres des forces ne correspondent pas aux centres des masses, ils auront un mouvement quelconque de rotation.

Les molécules des solides, au contraire, sont le plus souvent à peu près immobiles, parce que leurs *forces propres* sont *in nisu*, comme dans les métaux, dans les pierres...; cependant elles ont quelquefois des mouvemens particuliers, comme celles des corps chauds, des corps sonores, des corps électrisés...

Les molécules des fluides ont un mouvement continuel de rotation autour de leur axe ou point d'équilibre; elles cèdent à la moindre force, comme le font les *sabots* des enfans :

Au lieu que les solides opposent toute leur *force d'inertie* en raison de leurs masses. C'est la cause des différences que présentent dans leurs mouvemens les solides et les fluides.

On distingue les fluides en deux classes :

Les fluides *éthérés*, qu'on appelle improprement, dit Davy, *impondérables*.

Les fluides non-éthérés, tels que l'eau, l'huile...

Nous allons exposer les principales connoissances qu'on a, cette année, acquises sur ces fluides.

Bremontier a publié des recherches intéressantes sur le mouvement des ondes.

DE LA CHALEUR OU DU CALORIQUE.

Black ayant observé que la glace demeuroit long-temps dans les eaux des mers et des fleuves sans fondre, en chercha la cause. Il mit de la glace dans une quantité d'eau chaude : l'expérience lui apprit qu'une livre de glace à zéro exigeoit pour fondre, une livre d'eau à + 60, et le total revenoit à zéro :

Tandis qu'une livre d'eau à zéro et une livre d'eau à + 60, le total est à + 30.

C'est cette expérience fameuse qui a servi de base à toute la théorie sur la chaleur.

On distingue deux espèces de chaleur, la chaleur *sensible* et la chaleur *latente* ou *spécifique*.

La chaleur *sensible* des corps homogènes est proportionnelle à leurs masses, comme celle de deux parties d'eau ; tandis que dans des mélanges de corps hétérogènes, comme l'eau et la glace, la chaleur du mélange n'est plus proportionnelle aux masses ; c'est ce qu'on a appelé *chaleur spécifique* ou *latente*.

On a fait un grand nombre d'expériences pour déterminer la chaleur spécifique ou latente des différens corps.

Crawford détermina la chaleur de l'oxigène 87.000, celle de l'eau étoit 1.000; mais postérieurement il eut d'autres résultats.

Dalton dit ensuite que la chaleur spécifique du gaz oxigène étant 1.333, celle de l'air inflammable étoit 9.382.

Delaroche (jeune encore, que la mort vient d'enlever) et Bérard, dans un Mémoire sur la détermination de la chaleur spécifique des différens gaz, ont donné les résultats suivans :

	Volume.	Poids.
Air atmosphérique.	1.0000	1.0000
Hydrogène.	0.9033	
Même poids.		12.3401
Acide carbonique, même volume. .	1.2583	
Même poids.		0.8240
Oxigène, même volume.	0.9765	
Même poids.		0.8848
Azote, même volume.	1.0000	
Même poids.		1.0318
Oxide d'azote, même volume. . . .	1.3508	
Même poids.		0.8878
Gaz oléfiant, même volume. . . .	1.5530	
Même poids.		1.5763

Le gaz oxigène est donc, suivant ces expériences, celui de tous les gaz qui a le moins de chaleur spécifique 0.8 ;

Et le gaz hydrogène, celui qui en a une plus grande quantité 12.3, c'est-à-dire environ quatorze à quinze fois plus que l'oxigène.

Je l'avois toujours soutenu d'après la grande légéreté de ce gaz inflammable.

Du Rayonnement de la chaleur.

Rhuland a fait de nouvelles expériences sur la chaleur rayonnante; il a prouvé que *plus les corps perdent de calorique par le rayonnement*, *plus les corps environnans sont obligés de leur abandonner de leur propre calorique pour rétablir l'équilibre de chaleur* (Cahier de novembre, pag. 373 de ce Journ.).

Il me semble qu'on en peut conclure qu'il s'établit alors un double mouvement du calorique :

Un calorique EFFLUENT des corps chauds.

Un calorique AFFLUENT des corps moins chauds.

Du plus grand degré de Chaleur produit par l'art.

Le plus grand degré de chaleur que l'art paroît avoir produit, est celui qu'a obtenu Davy avec la batterie de l'Institution royale à Londres.

Cette batterie est composée de deux mille plaques doubles, ensorte que sa surface est de 12,800 pouces carrés. On met dans les cellules un liquide composé de 60 parties d'eau et d'une d'acide sulfurique. On établit la communication par deux morceaux de charbon de $\frac{1}{6}$ pouce de diamètre et d'un pouce de longueur, placés à la distance de $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$ de distance : il en part des étincelles brillantes ; la moitié du charbon, et plus, devient d'un rouge blanc. En éloignant les deux charbons à 4 pouces de distance l'un de l'autre, on apperçoit un torrent de feu qui passe d'un charbon à l'autre en forme d'un arc voûté en haut : ce phénomène est dû, sans doute, à l'air échauffé qui s'élève.

La chaleur est si grande, que le platine y fond comme un morceau de cire à la flamme d'une bougie.

Le quartz, le saphir, la chaux, la magnésie et plusieurs autres corps regardés comme infusibles, y entrent en fusion.

Des petits diamans, des morceaux de charbon, de plombagine furent volatilisés et disparurent promptement.

L'éclat de ces petits charbons étoit si vif, qu'il surpassoit celui de la lumière du soleil.

Du Froid produit par l'évaporation.

Configliati en répétant les expériences de Leslie sur le froid produit par l'évaporation, a obtenu des résultats très-curieux.

Il est parvenu à faire congeler le mercure.

De la nature de la Chaleur ou Calorique.

Deux opinions partagent aujourd'hui les physiciens sur la nature de la chaleur.

Les uns pensent qu'elle est produite par un fluide particulier, comme la lumière est produite par le fluide lumineux.

Les autres croient qu'il n'existe point de fluide calorifique ; c'étoit l'opinion de Bacon, de Cavendish....

H. Davy l'admet également.

« Il semble, dit-il, qu'on peut expliquer tous les phénomènes de la chaleur, en supposant que dans tous les corps solides les particules de la matière se trouvent dans un état continuel de mouvement *vibratoire*, celles des corps les plus chauds se mouvant avec plus de vîtesse et à travers des espaces plus grands que dans les corps liquides et dans les fluides élastiques. Outre le mouvement vibratoire, qui dans les derniers doit être conçu le plus grand, les particules exécutent un *mouvement autour de leur axe* avec des vîtesses différentes, les particules des fluides élastiques se mouvant avec le plus de rapidité. Dans les fluides éthérés les particules se meuvent de même autour de leurs propres axes, et séparément les uns des autres dans des lignes droites à travers l'espace.

» On peut concevoir que la température dépend de la vîtesse des vibrations, et l'accroissement de capacité du mouvement qui s'exécute dans un plus grand espace.

» En admettant une *matière particulière de la chaleur*, on doit, si l'on veut rendre raison des phénomènes, la supposer en possession de la plupart des propriétés qu'on a attribuées aux particules de la matière ordinaire. »

Il me paroît plus conforme aux faits, d'admettre un fluide calorique, dont les molécules ont un mouvement de *rotation* ou d'ondulation autour de leur axe, et qui communique aux molécules de corps chauds des *oscillations* ou *vibrations* analogues, comme le font les rayons sonores aux corps sonores.

DU FLUIDE LUMINEUX, DE SON RAYONNEMENT ET DE SON ÉMISSION.

Plus on étudie le fluide lumineux, plus on y découvre de phénomènes surprenans qu'on n'avoit point apperçus.

Les rayons lumineux se propagent toujours en ligne droite, et ils ne font voir les objets que dans cette direction. Cette propagation est différente de celle des rayons sonores qui se fait dans tous les sens.

De la Décomposition des Rayons lumineux par le prisme.

Un rayon incolore de lumière, qu'on fait passer à travers un prisme, se décompose en plusieurs rayons colorés, qui sont,

1° le rouge, 2° l'orangé, 3° le jaune, 4° le bleu, 5° le vert, 6° l'indigo, 7° le violet.

Quelques physiciens ont dit qu'il n'y avoit que trois couleurs primitives, 1° le rouge, 2° le jaune, 3° le bleu; mais les propriétés particulières qu'ont chacun des sept rayons, engagent la plus grande partie des physiciens à continuer de regarder comme primitives, les sept couleurs données par le prisme.

Newton a prouvé qu'en supposant le spectre lumineux solaire divisé en 360 parties,

Le rouge occupe.	45
L'orangé..	27
Le jaune.	48
Le vert.	60
Le bleu.	60
L'indigo.	40
Le violet.	80

Ces sept rayons colorés, réunis ensuite par une lentille, redonnent la couleur blanche.

Un rayon qui a été séparé par un prisme ne peut plus être séparé par un second prisme.

Newton suppose que les particules de chacun de ces rayons colorés diffèrent par leur volume; celles du rayon violet sont les plus petites, celles du rayon rouge sont les plus volumineuses.

L'opinion de Newton sur la coloration des corps qui ne réfléchissent que certains rayons du spectre, et absorbent les autres, ne me paroît pas fondée. Je pense que

Les rayons lumineux non-décomposés, en tombant sur les corps, y excitent différentes *oscillations*, lesquelles réfléchissent tels ou tels rayons du spectre solaire, et font paroître ces corps sous ces couleurs.

Ce sont des effets analogues à ceux que les rayons sonores, en venant frapper les corps sonores, produisent, savoir, des sons analogues aux leurs, produits par des oscillations qu'ils excitent dans ces corps....

De la Réflexion de la Lumière, ou catoptrique, et de la Réfraction de la Lumière, ou dioptrique.

La lumière se réfléchit toujours sous un angle égal à celui d'incidence, et elle se réfracte suivant certaines lois.

« Lorsqu'un rayon lumineux, dit Malus (*Théorie de la Réfraction*, pag. 6), pénètre des substances diaphanes, il se divise en deux faisceaux, dont l'un suit la loi de la réfraction ordinaire, et l'autre subit une réfraction extraordinaire soumise à une loi différente : de même, lorsqu'un rayon se réfléchit dans l'intérieur de ces corps, il se divise en deux faisceaux dont un suit la loi de la réflexion ordinaire, et l'autre suit une loi analogue à celle de la réfraction extraordinaire.

» Lorsque la lumière pénètre une substance diaphane ordinaire, le carré de sa vîtesse est augmenté ou diminué d'une quantité constante, ensorte que dans un même milieu cette vîtesse est constamment la même, quelle que soit la direction du rayon.

» Lorsqu'elle est réfléchie dans un milieu diaphane ordinaire, la vîtesse du rayon réfléchi est égale à celle du rayon incident.

» Dans la réfraction extraordinaire, le carré de la vîtesse de la lumière est égal au carré de celle qui est réfractée ordinairement, moins une quantité proportionnelle au carré du sinus de l'angle compris entre l'axe du cristal et la direction du rayon réfracté extraordinairement.

» Dans la réflexion extraordinaire, le carré de la vîtesse de la lumière est égal au carré de celle qui est réfléchie ordinairement, moins une quantité proportionnelle au carré du sinus de l'axe compris entre l'axe du cristal et le rayon réfléchi extraordinairement. »

Les physiciens ont émis différentes opinions sur les causes de cette double réfraction; mais Malus a fait voir (*Théorie de la double réfraction*, pag. 133) que celle de Huyghens satisfait *seule* aux phénomènes.

« Après avoir expliqué les phénomènes de la réfraction ordinaire, en supposant que la lumière forme dans l'intérieur des corps diaphanes des *ondulations sphériques*, Huyghens imagina d'expliquer ceux de la *réfraction extraordinaire*, en supposant que dans ce genre de réfraction les *ondulations étoient elliptiques*. La loi à laquelle il est parvenu dans cette hypothèse, est parfaitement d'accord avec les phénomènes, et elle se trouve vérifiée par les résultats de l'analyse, dans l'hypothèse plus vraisemblable que ces modifications de la lumière sont dues à des forces attractives et répulsives. » Il appuie son opinion par le calcul.

« Ainsi après un siècle de recherches et de discussions sur cette matière, dit Malus (*ibidem*, pag. 297), une connoissance plus parfaite des phénomènes nous ramène à admettre comme incontestable, cette loi remarquable, que l'autorité de Newton a fait méconnoître, et replace une des plus belles découvertes de Huyghens au rang qu'elle doit occuper dans le système de nos connoissances. »

Biot a traité ce même objet dans ce Journal, tome LXXVI; pag. 129, et a confirmé les opinions de Malus.

De la Polarisation des Rayons lumineux.

Brewster a fait sur la lumière des expériences qui confirment celles de Malus concernant la polarisation. (*Bibliothèque Britannique*, octobre an 1813.)

Quand on fait tomber un rayon de lumière sur une glace transparente et polie, de manière qu'il forme un angle de 35° 25′, une partie de ce rayon se réfléchit sous le même angle, tandis que l'autre portion traverse la glace.

Mais si ce rayon ainsi disposé tombe sur une seconde glace sous un angle également de 35° 25′, on trouve deux situations opposées dans cette glace, dans lesquelles il ne se réfléchit pas un atôme de lumière : pour bien faire entendre ce phénomène singulier, je vais rapporter les expériences de Malus.

« Dirigeons, dit-il, au moyen d'un héliostat un rayon solaire dans le plan du méridien, de manière qu'il fasse avec l'horizon un angle de 19° 10′. Fixons ensuite une glace non-étamée, de manière à ce qu'elle réfléchisse ce rayon verticalement et de haut en bas. Si l'on place au-dessous de cette première glace, et parallèlement à elle, une seconde glace, celle-ci fera avec le rayon descendant un angle de 35° 25′, et le réfléchira de nouveau parallèlement à sa première direction; dans ce cas, on n'observera rien de remarquable.

Mais si on fait tourner cette seconde glace de manière que sa face soit dirigée vers l'est ou vers l'ouest, sans changer d'ailleurs son inclinaison par rapport à la direction du rayon vertical, *elle ne réfléchira plus une seule molécule de lumière*, ni à sa première, ni à sa seconde surface.

» Si en continuant à lui conserver la même inclinaison par rapport au rayon vertical, on tourne sa face vers le sud, elle

commencera

commencera de nouveau à réfléchir la proportion ordinaire de lumière incidente.

» Dans les positions intermédiaires, la réflexion sera plus ou moins complète, selon que le rayon réfléchi s'approchera plus ou moins du plan du méridien.

» Dans ces circonstances, où le rayon réfléchi se comporte d'une manière si différente, il conserve néanmoins constamment la même inclinaison par rapport au rayon incident.

» Un rayon de lumière vertical, tombant sur un corps diaphane, se comporte donc de la même manière, lorsque sa face réfléchissante est tournée vers le nord ou vers le sud, et d'une manière différente, lorsque cette face est tournée vers l'est ou l'ouest, quoique d'ailleurs ces faces forment constamment avec la direction verticale de ce rayon un angle de 35° 25′.

» Ces observations nous portent à conclure que la lumière acquiert dans ces circonstances des propriétés indépendantes de sa direction, par rapport à la surface qui la réfléchit, mais relatives uniquement aux côtés du rayon vertical, et qui sont les mêmes pour les côtés *sud* et *nord*, et différentes pour les côtés *est* et *ouest*.

» En donnant à ces côtés le nom de *pôles*, j'appellerai *polarisation* la modification qui donne à la lumière des propriétés relatives à ces pôles. » (Malus, *Journal de Physique*, t. LXXII, pag. 394.)

La double réfraction peut aussi polariser la lumière.

« J'ai observé, dit Malus (même Journal, tome LXXIII, pag. 6), que pour polariser un rayon, il suffisoit de lui faire traverser un *cristal donnant la double réfraction :* ce qui produisoit deux faisceaux polarisés dans deux sens diamétralement opposés, et de le faire réfléchir par une glace de verre non-étamée, et formant avec sa direction un angle de 35° 25′. Toute la lumière réfléchie est polarisée dans un sens, tandis que le rayon réfracté contient une quantité de lumière polarisée dans un sens diamétralement opposé, et proportionnelle au rayon réfléchi. »

La lumière des anneaux colorés est également polarisée.

« Arago, dit Malus (*Journal de Physique*, tome LXXII, pag. 396), a remarqué que les anneaux colorés par transmission, présentoient les phénomènes de la polarisation, et dans ce cas,

les bandes les plus tranchantes semblent être polarisées dans le même sens que la lumière réfléchie. »

Malus conclut que tous les corps opaques ou diaphanes polarisent la lumière sous tous les angles, quoique pour chacun d'eux ce phénomène soit au *maximum* sous un angle particulier. On peut donc dire en général, que *toute la lumière qui a éprouvé l'action d'un corps par réflexion ou par réfraction, contient des rayons polarisés, dont les pôles sont déterminés relativement au plan de réflexion ou de réfraction.* Cette lumière a des caractères et des propriétés que n'a pas celle qui nous parvient directement des corps lumineux.

Biot a suivi ces expériences (*Journal de Physique*, t. LXXVI, pag. 134) et a eu les mêmes résultats.

De la Diffraction de la Lumière, ou Inflexion.

Les phénomènes de la diffraction de la lumière observés d'abord en 1665 par Grimaldi, jésuite, à Bologne, ont été examinés de nouveau par Flaugergues; il a fait un grand nombre d'expériences pour découvrir les causes de ce phénomène.

Il conclut de toutes ses expériences, qu'il existe dans l'acte de la diffraction *deux sortes de pouvoirs* (pag. 387, de ce Journal, tome LXXV):

L'un par lequel une partie des rayons de la lumière qui passent près du bord d'un corps, sont attirés, et pliés en dedans de l'ombre de ce corps.

Le second pouvoir est celui par lequel une autre partie de ces rayons qui passent proche des bords d'un corps, sont repoussés, de manière qu'ils s'écartent de l'ombre de ce corps. Ce dernier *pouvoir* agit plus fortement sur les rayons les moins réfrangibles, et moins sur ceux qui sont les plus réfrangibles.

La cause de ces deux pouvoirs est encore ignorée, ajoute-t-il.

Des Rayons lumineux calorifiques.

Herschel a prouvé dans un Mémoire des *Transactions Philosophiques*, en 1800, que des thermomètres exposés aux différens rayons du spectre solaire, marquoient différens degrés de chaleur. Le rayon rouge faisant monter le thermomètre à 55°, le rayon vert ne le faisoit monter qu'à 26 et le rayon violet à 16°.

Il a observé que la chaleur s'étendoit même au-delà du spectre solaire.

Bérard a soumis à un nouvel examen cette faculté calorifique des rayons de lumière. Ses expériences ont confirmé les résultats de Herschel. Il a trouvé le *maximum* de chaleur à l'extrémité même du spectre, et non en dehors. Il l'a fixé au point où la boule du thermomètre étoit encore entièrement couverte par les rayons rouges; et il a vu décroître progressivement la chaleur, à mesure que la boule du thermomètre est entrée dans l'obscurité. Enfin en plaçant le thermomètre tout-à-fait hors du spectre solaire, à la distance où Herschel fixe le *maximum* de chaleur, l'élévation de la température au-dessus de celle de l'air n'a été que le cinquième de ce qu'elle étoit dans les rayons rouges extrêmes.

L'intensité absolue de la chaleur a été également moindre dans les expériences de Bérard que dans celles de Herschel.

Ces différences dépendent-elles de la matière des prismes, ou de quelque autre circonstance physique inhérente au phénomène lui-même? c'est ce qui ne peut être décidé que par de nouvelles expériences.

Bérard a voulu savoir si ces propriétés avoient lieu séparément dans chacun des faisceaux, suivant lesquels un rayon se divise en traversant un rhomboïde de spath d'Islande. L'expérience lui a prouvé que la faculté calorifique étoit la même.

Il a encore recherché si les molécules lumineuses polarisées produisoient le même effet. L'expérience lui a prouvé que la lumière étant réfléchie par la seconde glace, le thermomètre montoit; mais dans le cas où, d'après la position de la seconde glace, la lumière passoit sans se réfléchir, le calorique étoit transmis en même temps, et le thermomètre ne montoit pas.

Bérard a substitué un faisceau de calorique rayonnant émané d'un corps chaud, mais pas lumineux. L'effet a été le même qu'auparavant. Le thermomètre a monté lorsque la réflexion a pu se faire sur la seconde glace; mais quand cette réflexion n'a pas eu lieu, la température n'a pas changé.

Newton a supposé que les molécules des rayons rouges avoient plus de volume que celles des autres rayons, et que celles des rayons violets en avoient le moins. N'est-ce pas à cette cause qu'il faut attribuer le peu d'intensité de chaleur des rayons violets, et la grande intensité de chaleur des rayons rouges?

Des Rayons lumineux chimiques, ou désoxigénans.

On connoît depuis long-temps l'altération que la lumière fait éprouver aux corps qui sont exposés à son action. Les muriates d'argent y noircissent en peu de temps, et il y a dégagement d'oxigène. Des étoffes, telles que des rideaux de fenêtres y sont détruites.... les étoffes colorées sont déteintes....

Wollaston a observé que la gomme-gayac exposée à la lumière, passe du jaune au vert.

Gay-Lussac et Thenard ayant exposé à la lumière solaire un mélange d'hydrogène et de gaz oxi-muriatique, il y a eu détonation.

Peut-être cette détonation a-t-elle été produite par la chaleur.

Ritter, Wollaston, Bockman ont annoncé que cette qualité chimique désoxigénante de la lumière étoit plus considérable vers l'extrémité violette du spectre solaire, et moindre à l'extrémité rouge.

Bérard a répété ces expériences, et a obtenu les mêmes résultats.

Il a concentré par une lentille toute la partie du spectre qui s'étend depuis le vert jusqu'à l'extrémité du violet : il a rassemblé de même par une autre lentille, toute la portion qui s'étend depuis le vert jusqu'au-delà de l'extrémité du rouge. Ce dernier faisceau se réunissoit en un point blanc, dont les yeux pouvoient à peine soutenir l'éclat. Cependant le muriate d'argent, exposé plus de deux heures à cette lumière, n'a éprouvé aucune altération.

Du même muriate exposé à l'autre faisceau de lumière beaucoup moins vif, a noirci en moins de dix minutes.

Vogel a exposé du phosphore aux rayons du soleil. Le phosphore blanc et transparent mis dans de l'eau privée d'air, et exposé au soleil, devient rouge sans qu'il se forme d'acide phosphoreux. Il acquiert plus promptement la couleur rouge par les rayons violets que par les rayons rouges.

Ce phosphore rouge est un oxide rouge de phosphore.

Ces effets me paroissent dus à l'action galvanique, que les rayons lumineux exercent sur ces corps.

Ces différences dans la faculté calorifique et chimique ou désoxigénante des divers rayons lumineux, peuvent être con-

sidérées, dit Biot, comme des *fonctions* différentes; de manière que la faculté calorifique soit dans son *minimum* à l'extrémité violette du spectre, et à son *maximum* dans l'extrémité rouge; tandis qu'au contraire la faculté chimique exprimée par une autre *fonction*, soit à son *minimum* à l'extrémité rouge, et atteint son *maximum* à l'extrémité violette, ou même un peu au-delà.

Des Rayons lumineux magnétisans.

Morichini a annoncé des expériences du plus grand intérêt sur le magnétisme produit par les rayons lumineux. Il prépara des aiguilles d'acier non-aimantées, semblables à celles qu'on aimante, et les plaça également sur un support.

Il fit tomber sur ces aiguilles ainsi placées, des rayons violets du spectre solaire. Les aiguilles après un certain temps furent aimantées; elles âttiroient le fer, et se dirigeoient vers le méridien magnétique, ayant un pôle nord et un pôle sud.

Elles avoient également l'inclinaison.

Plusieurs physiciens, et Volta particulièrement, ayant répété ces expériences, n'ont pas eu les mêmes résultats; en conséquence on a élevé des doutes sur l'opinion de Morichini.

Configliachi a publié un travail à cet égard; il pense que les effets obtenus par Morichini peuvent provenir du magnétisme du globe terrestre, et de la chaleur que produisent les rayons solaires.

Morichini a donné une seconde suite à ses expériences pour constater les premières. Il a vu les rayons violets produire constamment le magnétisme; mais il ne disconvient pas que les rayons chimiques ou désoxigénans ne contribuent à ce magnétisme. Mes nouvelles expériences, dit-il, confirment de plus en plus l'existence d'un pouvoir magnétisant dans la lumière, principalement dans le bord extrême du rayon violet, et la probabilité que *ce pouvoir appartient plutôt aux rayons chimiques, ou désoxigénans, qu'au rayon violet lui-même.*

Des Rayons lumineux électrisans.

Morichini fit aussi des expériences pour savoir si les rayons violets, qui produisoient le magnétisme, pouvoient également produire l'électricité. Ses expériences ont donné trois principaux résultats.

1°. Les rayons solaires non réfractés par le prisme, concentrés avec une lentille et projetés sur le plateau d'un condensateur de Volta, jusqu'à un degré de réchauffement considérable, n'ont donné aucun signe d'électricité.

2°. Le foyer des rayons violets a fait deux fois diverger les pailles pendantes de cet électromètre, et leur électricité étoit alors positive ou vitrée.

3°. Les pailles étant en acte de divergence par l'électricité résineuse ou négative, elles se sont rapprochées lorsqu'on a projeté sur le condensateur les rayons violets.

Morichini conclut de ces faits, que les rayons lumineux peuvent contenir tous les fluides substils connus, ou au moins en remplir les fonctions.

Tous ces faits, surtout ceux rapportés par Huyghens, prouvent donc que les molécules de fluide lumineux ont des mouvemens de *rotation* ou d'*ondulation* autour d'un point d'équilibre, ou de leur axe.

DE L'ÉLECTRICITÉ ET DU FLUIDE ÉLECTRIQUE.

Des Globules de Mercure exposés à l'action de la pile voltaïque, sous l'eau contenant du sel.

H. Davy a mis quelques globules de mercure dans un vase contenant de l'eau pure, tenant en solution un peu de sel; il conduit dans le vase les fils d'une batterie voltaïque de 1000 doubles plaques, et les met en opposition en les faisant toucher au fond du vase. Dès l'instant que le cercle est formé, le mercure éprouve de fortes secousses. Chaque globule s'alonge en queue vers le pôle positif, et conserve sa forme arrondie vers le pôle négatif. De l'oxide se montre du côté du pôle positif, et cet oxide est transporté rapidement du pôle positif au pôle négatif. Il n'y a point d'hydrogène dégagé au pôle négatif.
Mais il s'en dégage si on ajoute un peu de sel dans l'eau, et dès-lors les globules de mercure demeurent en repos.

Du Rayonnement du Fluide électrique, de son Attraction et Répulsion.

Le fluide électrique rayonne comme le fluide lumineux, et avec une grande vîtesse qu'on n'a encore pu calculer.

Mais il a de plus un mouvement d'attraction et de répulsion proportionné au carré des distances.

Les corps électrisés, comme les corps chauds, transmettent du fluide électrique aux corps environnans qui sont moins électrisés; c'est le fluide électrique EFFLUENT.

Et ils en reçoivent de ces corps environnans pour rétablir l'équilibre; c'est le fluide AFFLUENT.

Nelis a donné de nouveaux détails sur sa belle expérience, dans laquelle il a fendu, par l'action électrique, des cylindres de fer très-épais.

De la Distribution du Fluide électrique à la surface des corps.

Poisson, qui suppose deux fluides électriques, comme Symmer et Coulomb, avoit admis dans un premier Mémoire, une loi pour la distribution de ces fluides à la surface des corps soumis à leur influence, par exemple sur deux sphères. Il avoit montré que ce principe fournit toujours autant d'équations que l'on considère de corps conducteurs.

Il a donné la solution générale et complète de ces deux équations (dans la supposition qu'il n'y ait que deux sphères), quels que soient les rayons de ces deux sphères, la distance de leurs centres, et les quantités totales de fluide électrique de l'une et l'autre espèce dont elles sont chargées.

Des Causes de l'Électricité.

On a trois opinions sur les causes de l'électricité.

1°. Francklin expliquoit tous les phénomènes de l'électricité par l'action d'un seul fluide, qui pouvoit être en plus ou en moins.

2°. Symmer supposoit deux fluides.

3°. H. Davy croit qu'on peut expliquer tous les phénomènes électriques, ainsi que ceux de la chaleur, sans l'intervention d'aucun fluide; il penche à croire que la cause de l'électricité peut dépendre des *mêmes pouvoirs attractifs*, *qui produisent les combinaisons chimiques.*

Mon opinion seroit celle de Francklin; j'admets un seul fluide électrique.

Ses molécules ont un mouvement de *rotation* ou d'*ondulation* autour de leur axe, analogue à celui des molécules du fluide calorifique.

Elles le communiquent aux molécules des corps électrisés, qui, par conséquent, ont également un mouvement d'*ondulation* ou de *vibration*.

Le fluide électrique de la pile est dans une action continuelle.

DU MAGNÉTISME DU GLOBE TERRESTRE ET DU FLUIDE MAGNÉTIQUE.

On a conclu des belles expériences de Morichini sur le pouvoir magnétisant des rayons lumineux, qu'il est probable que le magnétisme du globe terrestre, dont jusqu'ici les physiciens n'ont pu entrevoir la cause, est produit par les rayons de lumière qui y arrivent continuellement. Le globe contient à sa surface des quantités considérables de fer plus ou moins oxidé : il y en aussi beaucoup dans son intérieur. Les rayons de lumière, soit les violets, soit les désoxigénans, qui le frappent sans cesse, doivent donc les mettre dans un état habituel du magnétisme.

Morichini a prouvé que ces mêmes rayons violets paroissoient produire de l'électricité. Ces rayons frappant continuellement le globe terrestre, pourront donc coopérer à son état électrique, comme à son état magnétique.

Du Rayonnement, ou de l'Attraction et Répulsion du Fluide magnétique.

Le fluide magnétique, quel qu'il soit, a des mouvemens de rayonnement, ou d'attraction et de répulsion, analogues à ceux du fluide électrique, comme on le voit dans des masses de limaille de fer exposées à l'action d'un puissant aimant; ses molécules ont par conséquent des mouvemens de *rotation* ou d'*oscillation* autour de leur axe.

Elles le communiquent aux corps magnétisés; leurs molécules ont donc également des mouvemens d'*ondulation* ou de *vibration*.

DE L'ACTION GALVANIQUE.

J'ai donné des *vues* sur l'*action galvanique*, et j'ai prouvé qu'elle a la plus grande influence dans les grands phénomènes de la nature.

Deux corps hétérogènes, ai-je dit, mis en contact dans certaines circonstances, surtout le concours de l'eau contenant des sels, se galvanisent comme dans la pile voltaïque.

Il y a chaleur,
Lumière,
Décomposition des combinaisons existantes,
Nouvelles combinaisons,
Atmosphère galvanique.

. . . .

Cette action galvanique s'exerce entre tous les corps terrestres, à la surface de notre globe.

Des sels neutres exposés à l'action de la pile, tels que le nitre..., sont décomposés. L'acide passe au pôle positif, et la base au pôle négatif.

La potasse et la soude soumises à la même action de la pile, sont également décomposées.
L'oxigène passe au pôle positif,
Et le potassium, le sodium au pôle négatif.

Les terres pures soumises à l'action de la pile, présentent les mêmes phénomènes.
L'oxigène passe au pôle positif,
Et les substances métalliques, au pôle négatif.

L'oxigène paroît donc un des corps terrestres qui réunit au plus haut degré les qualités galvaniques positives, puisqu'il passe toujours au pôle positif.

Je lui donne le nom de *galvanico-positif*, ainsi qu'aux autres corps qui passent également au pôle positif;
Et j'appelle *galvanico négatifs* les corps qui passent au pôle négatif.

. . . .

Ces faits démontrent l'action puissante que le galvanisme exerce sur les combinaisons des acides, des alcalis, des terres, des substances métalliques....

La plus grande partie des autres phénomènes, qui ont lieu

sur notre globe, doivent être également considérés comme des effets résultans de l'*action galvanique* des différens corps *hétérogènes* les uns sur les autres.

La fermentation, par exemple, paroît être un effet de l'action galvanique des parties hétérogènes des corps fermentescibles les unes sur les autres, par le concours de l'eau.

Car les différentes espèces de fermentation sont une suite d'un mouvement spontané qui s'excite entre les différentes parties hétérogènes des corps fermentescibles; ce mouvement est accompagné de

Chaleur,

Décomposition des principes existans,

Production de nouveaux principes.

La chaleur va quelquefois jusqu'à l'*inflammation*, comme dans les meules de foin humide qui fermente et quelquefois s'enflamme.

Or tous ces phénomènes sont ceux que présentent les corps soumis à l'action galvanique.

Des draps, de la laine, du chanvre, du lin... imbibés d'huile, s'échauffent et quelquefois s'enflamment.

Les pyrophores exposés à l'air humide s'enflamment : cette inflammation est due à l'action galvanique excitée par l'humidité de l'air.

Le soufre mélangé avec de la limaille de fer, et le tout humecté d'eau, s'enflamme, comme l'a fait voir Lémeri. L'eau provoque ici l'action galvanique entre ces deux substances, le fer et le soufre...; c'est un fait.

L'inflammation des pyrites exposées à l'air, est due à la même cause. Il y a toujours une portion d'eau dans l'air atmosphérique.

C'est encore à la même cause que sont dus les métaux natifs, dont on n'a pu assigner l'origine. L'argent natif, par exemple, provient toujours des sulfures d'argent; ces sulfures sont décomposés par l'action galvanique, et l'argent est revivifié.

Il en faut dire autant de l'or natif, du tellure, du cuivre, de l'antimoine, du bismuth....

L'action galvanique est encore la principale cause de la chaleur des animaux et des végétaux, comme nous l'avons vu ci-devant.

Enfin j'ai fait voir il y a plusieurs années, dans mes *Considérations sur les Etres organisés*, tome II, pag. , que l'ir-

ritabilité, l'excitabilité, la sensibilité chez les végétaux et les animaux, étoient des effets de l'action galvanique.

L'action galvanique s'étend même sur toute la masse du globe terrestre, car ce globe est composé de parties *hétérogènes* et d'eau : elles se galvanisent mutuellement.

Cet état galvanique du globe est constaté par les faits, car les physiciens disent que le globe terrestre est le grand *magasin de l'électricité*, le réservoir commun.

Cet état galvanique des parties intérieures du globe contribue sans doute beaucoup aux phénomènes que présentent les feux souterrains. Nous avons vu les effets prodigieux que Davy a obtenus de la pile voltaïque de l'Institution royale : or les grandes masses des diverses substances métalliques, d'anthracite, d'eau, d'acides... qui sont dans l'intérieur du globe, doivent produire de beaucoup plus grands effets.

Les expériences de Nelis, qui a brisé des cylindres d'acier de plusieurs lignes d'épaisseur, par des décharges électriques (*Journal de Physique*, tome LXII, pag. 464), démontrent quelle peut être l'influence des décharges électriques sur les parties du globe qui peuvent y être exposées.

Le soleil lui-même doit être considéré, *suivant les analogies*, comme soumis à l'action galvanique, et ce galvanisme produit lumière et chaleur.

Je l'ai considéré (dans mes *Principes de la Philosophie naturelle*, tome II) comme un *corps phosphorescent*, car il est difficile, *suivant les analogies*, de supposer qu'il soit un corps en combustion, comme nos corps combustibles.

Les rayons solaires doivent également, *suivant les analogies*, être considérés comme des corps galvanisés.

Ces rayons n'ont point de chaleur, ou peu, lorsqu'ils arrivent sur notre globe; ils n'acquièrent cette chaleur, que par leur contact avec les corps terrestres qui leur sont *hétérogènes*; il y a donc galvanisme entre ces corps et les rayons solaires : d'où naît cette chaleur, et une action plus ou moins énergique sur les corps qui y sont exposés, comme sur le muriate d'argent..., par les rayons désoxigénans.

Ce que nous venons de dire du soleil doit être appliqué aux étoiles. On doit également appliquer aux planètes ce que nous avons dit du globe terrestre.

C'est probablement à la même cause qu'est dû l'état lumineux de la *matière nébuleuse* elle-même; car elle paroît composée de parties *hétérogènes*, comme le fluide lumineux, qui par conséquent doivent se galvaniser.

Mais la chaleur augmente le galvanisme, et le froid le diminue, et même peut le faire disparoître; ce sont des faits que Desseignes a prouvés dans ce Journal, tome LXXIII.

Les comètes, qui sont formées de matière nébuleuse, nous paroissent opaques à leur *aphélie;* elles redeviennent lumineuses à leur *périhélie*, en s'approchant du soleil. La chaleur donne de l'intensité à leur galvanisme.

Tous les corps galvanisés ont, comme les piles voltaïques puissantes, des atmosphères galvaniques.

Ces atmosphères galvaniques des corps terrestres sont les causes de plusieurs phénomènes particuliers, dont on n'a encore pu donner d'explications suffisantes. J'ai prouvé (*Théorie de la Terre*, tome III, pag. 27 et 50) qu'elles étoient la cause des affinités chimiques et de plusieurs autres phénomènes....

Les atmosphères galvaniques des grands globes peuvent être *supposées* être la cause de l'attraction mutuelle qu'ils exercent les uns sur les autres, de leur *attraction réciproque* en raison des masses et de l'inverse des carrés des distances.

DU FLUIDE NÉBULEUX, OU AKASCH.

Des nébulosités avoient été observées dans le ciel. Huyghens avoit particulièrement examiné la belle nébulosité d'Orion.

Mais Herschel a beaucoup ajouté à ces observations. Nous avons fait connoître précédemment (tome LXXV de ce Journal, pag. 121) son beau travail sur la *matière nébuleuse*, et ses opinions sur la *construction du ciel* par cette matière.

Des philosophes Hindoux, les Brachmanes, paroissent avoir connu cette substance, qu'ils appeloient AKASCH, et dont ils croyoient que le ciel et les astres étoient formés; car Strabon dit:

Prœter quatuor elementa, quintam AKASCH quœdam naturam esse, EX QUA CŒLUM ASTRAQUE CONSTANT.

Cette doctrine fut communiquée par Alexandre, et même avant lui, aux philosophes de la Grèce, qui regardèrent cette substance comme celle des esprits : *sin autem est quinta quœ-*

dam natura ab Aristotele primùm inducta, hæc est DEORUM ET ANIMORUM. Cicéro, Tusculan, lib. I, § XXVI; c'est pourquoi ils l'appeloient *céleste* et *divine*. (*Voyez* mon ouvrage de la *Nature des Etres existans*, pag. 94.)

L'existence de la matière nébuleuse ne peut être constatée; on la voit....

Mais les qualités qu'on lui suppose, et les effets qu'on lui attribue, ne sont pas également prouvés.

Cette matière nébuleuse peut être supposée être la matière première dont a été formé l'univers; ses molécules ont une *force propre*.

Lorsque ces forces propres des molécules de cette matière, dont sont formés les corps, sont dans un équilibre parfait, la masse est dans un repos absolu, comme les pierres, les métaux....

Mais lorsque ces forces ne sont pas en équilibre, les composés ont un mouvement de rotation, ou tout autre, comme les molécules des fluides, ceux du fluide lumineux....

J. Bernoulli a fait voir que c'étoit à une cause semblable qu'étoient dus les mouvemens des planètes, soit ceux de rotation, soit dans leurs ellipses....

Cet exposé des faits, que nous avons rapporté, prouve que la formation de l'univers a été opérée par cette *force propre* des premières parties de la matière nébuleuse, qui en a opéré une *cristallisation générale;*

Et l'ordre présent se conserve par la permanence de cette force première.

Nous ignorons comment cette force propre a pu arranger les corps existans de la manière dont ils le sont, et conserver cet ordre.

Mais la difficulté est la même dans toutes les opinions; car comme a dit Sénèque,

Ille ipse omnium conditor, ac rector scripsit quidem fata, sed sequitur : SEMPER PARET, SEMEL JUSSIT.

Semel jussit. Il a ordonné en imposant cet ordre premier.

Semper paret. Il obéit toujours en laissant agir cet ordre premier.

DU FLUIDE DE LA PHOSPHORESCENCE.

Les faits, que présente la phosphorescence, ont de grands rapports avec ceux qu'offre le fluide nébuleux.

Le fluide nébuleux donne de la lumière par la chaleur, comme nous le voyons dans les comètes à leur périhélie, lorsqu'elles sont proche du soleil; et cette lumière se dissipe lorsque la comète s'éloigne du soleil à son aphélie.

Les corps phosphorescens présentent les mêmes phénomènes; ils ne deviennent phosphorescens ordinairement que par la chaleur ou le frottement, ou en étant exposés à la lumière du soleil. Il s'excite dans leurs molécules des mouvemens d'*oscillation*.

Mollet avoit observé que l'air qui s'échappoit d'un fusil à vent, laissoit appercevoir une lumière phosphorescente.

Dessaignes a eu les mêmes résultats par un autre procédé; il visse sur le plateau de la machine pneumatique, un vase appelé *casse-vessie*, et fait le vide. La vessie se brise, et l'air se précipite avec effort dans le vase. Il paroît à l'instant une lumière phosphorescente très-vive.

DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE CONSIDÉRÉ PHYSIQUEMENT.

L'air atmosphérique considéré physiquement, présente plusieurs questions intéressantes, sur lesquelles nous avons, cette année, de nouveaux travaux. Ses molécules sont sphériques et ont un mouvement de rotation autour de leur axe.

De la Dilatation de l'Air par la chaleur.

Flaugergues a publié de nouvelles expériences sur cette dilatation. « Amontons, dit-il, avoit fait voir que l'augmentation du ressort de l'air étoit proportionnelle à la chaleur. » Cette loi paroît générale pour tous les fluides élastiques, mais elle ne s'applique pas aux fluides non-élastiques.

La dilatation de l'air atmosphérique est toujours proportionnelle à la chaleur; mais il faut avoir égard aux degrés d'humidité de cet air : car Lahire a prouvé qu'un air humide s'étoit dilaté par la chaleur quatre fois et demie plus qu'un air non-

humide; cest pourquoi les physiciens qui n'ont point eu égard à cette humidité, ont eu des résultats si inégaux dans leurs expériences.

Des Sons.

Les sons sont produits par des *vibrations*, ou *oscillations* des molécules de l'air.

Elles sont elles-mêmes ordinairement les effets des *oscillations* des corps sonores. Cela est certain; mais malgré les travaux de Lagrange..., il y a encore beaucoup de choses à desirer sur la nature de ces oscillations, ou vibrations.

Chladni a fait des expériences très-intéressantes sur certaines oscillations des corps sonores...: la théorie n'a encore pu en déterminer les causes.

Des Vents.

La dilatation et la condensation de l'air atmosphérique par la chaleur, ou l'absence des rayons du soleil, les mouvemens produits dans l'atmosphère par une suite de ceux du globe..., sont les causes des vents.

Walker a donné sur les vents de nouvelles vues et de nouvelles observations fondées sur ces principes.

Les expériences de Lahire que nous venons de rapporter, qui prouvent que la dilatation par la chaleur d'un air atmosphérique, est beaucoup plus considérable lorsqu'il est humide que lorsqu'il est sec, font voir que l'humidité, ou la sécheresse de l'air, sont un des élémens qu'on ne doit point négliger dans la théorie des vents. Aussi les coups de vent sont beaucoup plus violens dans les temps humides que dans les temps secs.

Il y a dans les vents deux courans, un EFFLUENT, et un AFFLUENT, qui vient remplacer l'effluent.

Des Pluies et de la Grêle.

L'eau est élevée dans l'atmosphère, soit qu'elle y soit dissoute par l'air atmosphérique, soit qu'elle y soit réduite en vapeurs par la chaleur...; elle retombe ensuite en rosée, en pluies plus ou moins considérables, en neige, en grésil..., par des causes qui ne sont pas encore bien connues.

Quant aux causes de la grêle, nous n'avons rien de mieux que le beau travail de Volta inséré dans ce Journal (tome LXIX, pag. 286). Néanmoins il laisse encore beaucoup à desirer.

Des Météores lumineux.

Francklin a mis hors de doute que le tonnerre, et tous ses accessoires, sont des phénomènes électriques, et a indiqué les moyens de s'en rendre maître.

« Ainsi cette foudre que l'antiquité regardoit comme l'attribut essentiel du plus puissant de ses dieux (*Jupiter tonans*), est aujourd'hui dans les mains de l'homme (disois-je, *Principes de la Philosophie naturelle*). »

Mais il est d'autres météores lumineux, ceux qu'on appelle *étoiles filant*, *globes lumineux*..., dont la cause n'est pas encore bien connue. Il en faut dire autant des aurores boréales...: on suppose par analogie, que ce sont des phénomènes électriques; mais cette hypothèse n'est point prouvée d'une manière directe.

Jonh Forey et C. J. Singler ont fait de nouvelles recherches à cet égard (*Bibliothèque Britannique*, août 1813); mais ils n'ont point levé les doutes.

Des Météorolites.

Les météorolites, ou *pierres météoriques*, suivant l'acception générale (qu'on s'obstine à nommer *aérolites*, *pierres d'air*, nom tout-à-fait impropre), sont un autre phénomène qui paroît avoir lieu dans l'air atmosphérique; leur existence est bien constatée; et il n'y a aucun doute à cet égard, d'après le beau travail de Chladni, qui a fait revenir les physiciens des doutes qu'ils avoient sur la réalité de ce phénomène, quoique observé depuis la plus haute antiquité, sous le prétexte frivole qu'on n'en connoissoit pas les causes.

Effectivement les causes qui peuvent produire ces météorolites, sont encore inconnues, comme nous l'avons dit dans les autres Discours préliminaires de ce Journal.

DE LA MÉTÉOROLOGIE.

Bouvard continue ses observations météorologiques à l'Observatoire de Paris, et il les communique dans ce Journal, chaque mois au public.

Les phénomènes météorologiques ont lieu dans l'air atmosphérique. Cela n'est pas douteux; mais il y a encore beaucoup à desirer sur les connoissances des causes qui les produisent.

Tous

Tous les faits que nous venons de rapporter prouvent que les molécules de l'air, comme celles de tous les autres fluides, ont un mouvement de *rotation*, ou d'*ondulation* autour de leur axe.

Il en faut dire autant des molécules des différens gaz.

DE L'EAU, ET DE SES VAPEURS CONSIDÉRÉES PHYSIQUEMENT.

Les vapeurs aqueuses présentent les mêmes phénomènes que les fluides aériformes. Leurs molécules sont sphéroïdales, et ont un mouvement de *rotation*, ou d'*ondulation*, autour de leur axe. (*Voyez* l'hygrométrie de Saussure.)

Les vapeurs de l'eau incandescente dans la machine de Papin, sont un fluide élastique doué de la plus grande activité, comme on le voit dans les pompes à feu.

Ces vapeurs sont composées d'eau et de calorique.

RÉSUMÉ.

On doit admirer les progrès immenses qu'a faits la Physique dans ces derniers temps,

a Sur la statique, la mécanique et les lois du mouvement des solides;

b Sur l'hydrostatique, l'hydrodynamique ou les lois de l'équilibre et du mouvement des fluides;

c Sur le système du monde et l'astronomie,

d Sur la chaleur et le calorique,

e Sur la lumière et le fluide lumineux,

f Sur l'électricité et le galvanisme,

g Sur le magnétisme,

h Sur la matière nébuleuse,

i Sur la phosphorescence,

k Sur l'air atmosphérique,

l Sur les différens gaz considérés physiquement,

m Sur les vapeurs aqueuses,

n Et sur un grand nombre de phénomènes particuliers.

Que ne doit-on pas espérer, si on continue les observations et les expériences avec la même persévérance et la même exactitude, et qu'on y porte un véritable amour de la vérité, dégagé de tout esprit de système et de toute prétention de l'amour-propre?

Envain la Géométrie nous parle-t-elle presque uniquement d calculs. Ce n'est pas par des calculs qu'ont fait un si grand nombre de belles découvertes, les Black, les Priestley, les Ca vendisch, les Davy, les Berzelius..., mais par l'*observation* et l'*expérience*. Il faut donc regarder l'observation et l'expérience comme *les bases principales* de nos connoissances.

La Géométrie soumet ensuite au calcul les résultats de ces observations et de ces expériences; elle y porte la précision, et sa tâche est belle.

Les principaux objets qui doivent être soumis à ses calculs, sont les suivans:

1° *Les figures et les mouvemens des molécules des corps fluides ou solides.*

Les corps n'agissent que lorsqu'ils sont à l'état de fluidité. Les figures des molécules des fluides paroissent sphéroïdales, comme celles du mercure, de l'eau....

Ces molécules des fluides paroissent avoir un mouvement de *rotation* autour de leur axe, ou point d'équilibre.

Le calorique. On ne peut appercevoir les molécules du calorique; mais on voit le mouvement de *rotation* de certains corps en fusion, tels que les métaux....

Un morceau de plomb phosphaté chauffé au rouge sur un charbon, fond et *tourne* avec rapidité sur lui-même; mais aussitôt qu'on diminue la chaleur, il cristallise en polyèdre irrégulier....

C'est ce mouvement de *rotation* de ses molécules, qui constitue la *force répulsive* du calorique.

Le *fluide lumineux*. Huyghens a prouvé que ses molécules sont sphériques, et ont autour de leur axe des mouvemens d'*ondulation*, qui sont *sphériques* dans les réfractions ordinaires, et *elliptiques*, dans les réfractions extraordinaires.

Le *fluide électrique*. L'analogie dit que les molécules du fluide électrique et galvanique doivent être sphériques, et avoir des mouvemens de *rotation* autour de leur axe.

Le *fluide magnétique*. L'analogie dit que les molécules du fluide magnétique doivent présenter les mêmes phénomènes.

De l'air et des gaz. Leurs molécules doivent être sphériques, comme le prouve la réflexion des échos....

Elles ont un mouvement de *rotation* autour de leur axe, comme le prouve la théorie des sons. Les rayons sonores ont des mouvemens d'oscillation.

Des vapeurs aqueuses. Les molécules des vapeurs aqueuses sont sphériques, et ont un mouvement de *rotation* autour de leur axe; leur sphéricité est prouvée par les couleurs de l'arc-en-ciel qu'elles produisent....

On les voit se réfléchir comme de petits ballons. (*Voyez* l'hygrométrie de Saussure.)

Les vapeurs de l'alcool... présentent les mêmes phénomènes.

Eau et autres liquides. Leurs molécules sont également sphériques, et paroissent avoir un mouvement de *rotation* autour de leur axe.

Les corps solides. Les molécules des corps solides paroissent avoir différentes figures.

Elles n'ont pas des mouvemens de *rotation* autour de leur axe, mais elles peuvent avoir des mouvemens d'*oscillation*, ou de *vibration* : on les voit dans les *cordes sonores*...; ils doivent également exister dans les corps chauds, dans les corps lumineux, électrisés, magnétisés....

Des Mouvemens des Masses fluides.

Les fluides éthérés, ou non-éthérés, considérés comme formant des masses, peuvent avoir des mouvemens particuliers.

Des mouvemens de transport, tels que les vents, les courans d'eau... Il est reconnu que les théories admises sur les courans d'eau, donnent des résultats différens de ceux qu'on obtient par l'expérience; elles doivent donc être corrigées.

Des mouvemens d'ondulation. Soit un bassin d'eau tranquille: qu'on y jette au milieu un petit corps; il s'y excite des ondulations concentriques, qui s'affoiblissent en raison quelconque de leur distance.

Soit une masse d'air dans un espace cubique : qu'on fasse vibrer au milieu un petit timbre; il s'y excite des ondulations, ou des sons, qui s'affoiblissent en raison des *carrés* des distances.

Soit un espace cubique : qu'au milieu on fasse jaillir une étincelle d'un briquet; la lumière s'y répand, et décroît en raison du *carré* des distances.

Cependant ces corps sonores et lumineux, dans ces hypothèses, ébranlent des masses cubiques d'air ou de lumière. Il paroîtroît donc que l'affoiblissement des sons et de la lumière, devroient se faire en raison des *cubes* des distances et non des *carrés*.

Les mêmes raisonnemens doivent se faire sur les propagations des actions *électrique*, *magnétique* et *calorifique*.

Du mouvement de rayonnement. Nous avons vu que le calorique a un mouvement de rayonnement. Des molécules du calorique *effluent* du corps chaud; d'autres molécules *affluent* des corps voisins.

Ces mouvemens sont l'effet du mouvement d'*ondulation* dont nous venons de parler.

a. Mais il se présente ici des phénomènes particuliers qui n'ont pas échappé à la sagacité de Newton.

La lumière ne se propage qu'en ligne droite, dit-il, au lieu que les sons se propagent, comme les ondulations de l'eau, dans tous les sens à égale distance du centre d'action.

b. Différens fluides éthérés mélangés peuvent éprouver en même temps des *ondulations*, qui ne paroissent point se nuire. Soit un espace cubique quelconque, de dix mètres, par exemple: on peut y produire les sons les plus variés d'une multitude d'instrumens,

On peut l'illuminer de mille feux diversement colorés,

On peut l'échauffer,

On peut y faire agir des corps électrisés magnétisés, phosphorescens.

. . . .

Tous ces mouvemens paroissent s'exciter librement sans se nuire....

Pareils effets n'auroient pas lieu dans des corps solides, dont les molécules seroient très-petites.

Des Mouvemens d'Attraction et de Répulsion.

Quelques fluides éthérés, tels que l'électrique, le magnétique..., exercent des forces d'attraction et de répulsion.

Il me paroît probable que ces *répulsions* sont produites par un mouvement de rayonnement de quelque fluide éthéré qui EFFLUE de ces corps;

Tandis que les mouvemens d'*attraction* sont produits par le rayonnement d'un autre fluide éthéré qui AFFLUE vers les corps.

Le frottement, par exemple, d'un corps idioélectrique y excite des oscillations, qui en font sortir un fluide électrique EFFLUENT.

Le fluide électrique des corps environnans se porte, et AFFLUE vers le premier corps, pour y remplir le vide qui a été occasionné par la sortie du fluide EFFLUENT. C'est de cette même manière que se comporte le fluide calorifique, en *effluent* et *affluent*, les vents....

L'attraction générale des grands globes, les uns vers les autres, est probablement l'effet de la force rayonnante d'un grand fluide éthéré, le *gravifique*, qui émane de tous ces globes, en *efflue* et y *afflue* comme le fluide électrique, le fluide magnétique.... On doit supposer tous ces globes dans un *état électrique* ou *magnétique*, comme le globe terrestre, ou un état analogue, et *par des causes analogues.*

Ces faits prouvent que les molécules des corps solides, ainsi que celles des fluides, ont souvent des mouvemens d'*oscillation*, et peut-être toujours, par la dilatation ou condensation que produisent la présence ou l'absence du calorique....

De la Cristallisation et de la Solidification.

Tous les corps rendus fluides par la fusion, c'est-à-dire par un certain degré de chaleur, deviennent solides et *cristallisent*, dès que la chaleur éprouve une diminution suffisante....

Il faut donc supposer que les *forces propres*, que nous avons vues appartenir à chaque molécule de matière, les portent alors les unes vers les autres pour se combiner, aussitôt que l'action *répulsive* du calorique diminue.

Car ce mouvement de *rotation*, d'*ondulation* de chaque molécule peut lui donner, ou une direction en ligne droite, comme à la lumière...;

Ou une direction en ligne courbe, comme aux métaux fondus, au phosphate de plomb..., qui tournent sur eux-mêmes : ce qui constitue la *force répulsive.*

Mais lorsque deux molécules ayant des directions opposées, se rencontrent, elles s'unissent, se combinent et cristallisent régulièrement, ou irrégulièrement....

Dans ces cristallisations ces molécules conservent-elles leur figure sphérique, comme l'ont cru plusieurs physiciens, les Descartes, les Werner, les Prechtel, les Wollaston...?

C'est à la Géométrie à calculer toutes ces figures des molécules, toutes leurs directions, soit en ligne droite, soit en ligne courbe, tous leurs mouvemens de *rotation*, d'*ondulation*, de *vibration*, d'*ondulations sphériques*, *elliptiques*, ou de toute autre figure..., toutes leurs forces *répulsives*, toutes leurs forces de *combinaisons...*: c'est le grand pas qui reste à faire dans les sciences physiques, et qui est réservé aux géomètres.

Les diverses figures des molécules, leurs diverses *rotations*, *ondulations*, *oscillations* ou *vibrations*, dans les mouvemens des fluides lumineux, sonores, des corps sapides et odorans, sont les *causes de la diversité de nos sensations*, comme je l'ai prouvé, *Considérations sur les Etres organisés*, tome I, pag. 414.

DE LA CHIMIE.

Cette science a été enrichie, cette année, de travaux de la plus haute importance.

Humphry Davy a publié le premier volume de sa *Philosophie chimique;* il expose, dit-il, d'après le tableau qu'en a tracé M. Delamétherie, le nom des savans qui, dans cette dernière période, ont le plus contribué aux progrès des recherches sur les matières gazeuses. Ce sont, dit-il,

BLACK,
CAVENDISH,
BAYEN,
PRIESTLEY,
SCHEELE....

Il donne des éloges aux auteurs de la nouvelle nomenclature chimique, et il ajoute:

« Mais si on l'examine dans ses rapports avec les principes philosophiques du langage, on se convaincra qu'elle n'étoit pas assise sur une base parfaitement solide, et que le plan adopté n'étoit pas celui qui pouvoit donner à la science la marche la plus rapide. »

Voyez mes réflexions sur cette nomenclature, dans plusieurs Mémoires de ce Journal.

H. Davy considère la Chimie sous sept aspects principaux, qu'il appelle divisions.

1°. Propriétés générales de la matière.

2°. Fluide lumineux.

3°. Des substances empyréales, ou ignées,

L'oxigène,

La chlorine.

Il faut ajouter,

La fluorine,

L'iode.

4°. Substances inflammables non-métalliques, au nombre de six, *a* le soufre, *b* le phosphore, *c* le charbon, *d* le gaz inflammable, *e* le gaz azote ou nitrogène, *f* le boron ou base de l'acide boracique.

5°. Les métaux au nombre de trente-huit.

6°. Les substances dont la nature est inconnue, l'acide fluorique,

L'amalgame d'ammoniaque.

7°. Substances sur la nature desquelles il n'y a que des probabilités.

DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE CONSIDÉRÉ CHIMIQUEMENT.

Nous avons considéré l'air atmosphérique physiquement, mais il peut l'être chimiquement. D'après les expériences les plus récentes, il paroît contenir,

Gaz oxigène.	0.210
Gaz azote, ou nitrogène.	0.783
Gaz acide carbonique.	0.004
Gaz hydrogène.	0.003
Eau.	*x*
Miasmes.	*y*

DE L'AIR PUR, OU DU GAZ OXIGÈNE.

Ce gaz fut apperçu en avril 1774, par Bayen : mais ce fut Priestley qui, le 1er août 1774, en constata les propriétés principales. Il lui donna le nom d'air *déphlogistiqué*.

Scheele lui a donné le nom d'*air du feu*.

On lui a aussi donné le nom d'*air pur*, comme possédant

seul la propriété d'entretenir la vie, la combustion...; c'est sous ce nom que j'en ai traité dans mon ouvrage *sur l'air pur*.

Il fut ensuite appelé *oxigène*.

On convient aujourd'hui que le mot *oxigène* est impropre, puisqu'il n'est pas le générateur des acides, ainsi que je l'ai constamment soutenu. Plusieurs acides ne contiennent point d'oxigène, tels que,

1° L'acide prussique,
2° L'hydro-sulfure,
3° L'hydro-tellure,
4° Le gaz oxi-muriatique,
5° L'acide fluorique,
6° L'acide iodique.

D'autres substances qui contiennent de ce gaz, au lieu d'être acides sont alcalines, telles que la potasse, la soude, la chaux et toutes les terres.

L'eau, suivant ces chimistes, contient 0,87 de ce gaz et n'est point acide.

On avoit dit, d'après des expériences de Crawford, que ce gaz contenoit 87,000 de chaleur spécifique, celle de l'eau étant 1.000. Il s'est corrigé dans de secondes expériences.

Mais Dalton n'a estimé cette chaleur spécifique qu'à 1.233.

Delaroche et Bérard l'ont estimé à 0.88.

Il s'ensuit que ce gaz, auquel on avoit d'abord supposé la plus grande chaleur spécifique, est réellement celui de tous les gaz qui en a le moins.

Mais ce gaz combiné avec un corps quelconque, comme les oxides alcalins, terreux, les acides..., et ces corps étant exposés à l'action de la pile voltaïque, ce gaz passe constamment au pôle positif.

Ce passage prouve qu'il a une grande affinité avec le fluide galvanique.

C'est à cette affinité que me paroît due la grande énergie de ce gaz sur tous les corps, ainsi que je l'ai prouvé.

Ce gaz peut contracter un grand nombre de combinaisons au *maximum*, au *minimum*, et dans les degrés intermédiaires, comme on le voit dans les oxides, dans les acides.

H. Davy, ainsi que tous les chimistes, classe cet air avec les corps indécomposés.

DU

DU GAZ NITROGÈNE, OU AZOTE.

Ce gaz, qui constitue la plus grande partie de l'air atmosphérique 0,79, fut découvert en 1772 par Rutherford. Priestley en constata peu après les principales qualités, et l'appela *air phlogistiqué.*

Il fut ensuite nommé *gaz azote*, *gaz sans vie*, nom absolument impropre, puisqu'aucun, excepté le pur, ne peut entretenir la vie.

Aussi les physiciens étrangers lui ont-ils donné postérieurement le nom de *nitrogène*, principe de l'acide nitrique.

Je préférerois le nom de *gaz ammaniacogène.*

Berzelius le regarde comme un *oxide métallique*, parce qu'il contribue à la formation de l'*ammonium.*

H. Davy avoit dit qu'il contenoit de l'oxigène. Aujourd'hui il se propose de faire de nouvelles expériences à cet égard, et en attendant il le classe parmi les substances indécomposées.

La chaleur spécifique de ce gaz est, suivant Delaroche et Bérard, 1.0318;

Et suivant Dalton, 1.866.

DU GAZ HYDROGÈNE, OU DE L'AIR INFLAMMABLE.

Ce gaz étoit connu depuis long-temps, même de Sthal; il mettoit de la limaille de fer dans un matras à long col, et y versoit un acide vitriolique affoibli; il s'en dégageoit une vapeur, qu'il enflammoit en approchant une bougie allumée (1).

Mais ce fut Cavendish qui, en 1766, l'obtint pur en le faisant passer sous une cloche posée sur une cuve pleine d'eau; il lui donna le nom d'*air inflammable*, nom bien approprié.

Les idées systématiques lui firent ensuite donner le nom de *gaz hydrogène*, *générateur de l'eau*, nom impropre, puisque dans cette hypothèse même, il n'est que le 0.13 de l'eau, tandis que l'air pur en est le 0.87.

J'avois dit que ce gaz, vu sa grande légéreté, devoit contenir

---

(1) Rouelle nous répétoit cette expérience dans ses cours; mais on ne pensoit pas à faire passer cet air sous une cloche reposant sur l'eau, comme le fit Cavendish. Je le regardois dès-lors comme le *phlogistique.*

la plus grande quantité de calorique, et avoir la plus grande quantité de chaleur spécifique.

Crawford, dans la seconde édition de son ouvrage, assigna la chaleur spécifique de ce gaz à 21.3.

Dalton l'a déterminée à 9.3.

Delaroche et Bérard l'ont fixée à 12.3, celle de l'air pur étant 0.88; ils considèrent ces airs à raison de leur poids.

Berzelius croit que ce gaz est un *oxide métallique*, qui est un des principes de l'ammonium.

Du Gaz hydrogène carburé.

L'hydrogène se combine avec le charbon, et forme un gaz particulier qu'on appelle *hydrogène carburé.*

Il contient,

Hydrogène.	25
Charbon, ou carbone.	75

Sa chaleur spécifique, suivant Dalton, est 1.333.

Du Gaz hydrogène oxi-carburé.

Priestley en faisant rougir la batiture de fer (oxide de fer) avec du charbon, obtint un gaz particulier qui s'enflammoit, laissoit de l'aide carbonique. . . .

C'est le gaz dont nous parlons.

Sa chaleur spécifique est, suivant Dalton, 0.777;

Et suivant Delaroche et Bérard, 1.0805.

Berthollet croit que ce gaz est composé de carbone, d'oxigène et d'hydrogène; c'est pourquoi il l'appelle *hydrogène oxi carburé.*

Du Gaz hydrogene sulfuré.

Ce gaz étoit connu depuis long-temps, mais ce fut Bergman qui en détermina les propriétés.

Il s'obtient particulièrement des combinaisons du soufre avec les alcalis, les terres, les métaux..., qu'on appeloit autrefois *foies de soufre;* c'est pourquoi on lui avoit donné le nom de *gaz hépatique.*

Sa chaleur spécifique, suivant Dalton, est 0.583.

Ce gaz contient,

Hydrogène..	29.145
Soufre..	70.845

Ce gaz a les propriétés des acides et ne contient cependant point d'oxigène.

Du Gaz azoto-hydrogène sulfuré.

Guimbernat avoit cru reconnoître que le gaz hydrogène sulfuré des eaux d'Aix-la-Chapelle, pouvoit contenir de l'azote : et il l'avoit nommé *gaz azoto-sulfuré.*

Monheim avoit adopté la même opinion; mais ayant répété ces expériences avec plus de soin, il a cru reconnoître que ce gaz étoit un véritable *hydrogène sulfuré*, qui est quelquefois mélangé avec une portion d'azote.

Il faut donc suspendre son jugement sur le gaz azoto-hydrogène sulfuré.

Du Gaz hydrogène phosphuré.

L'hydrogène se combine avec le phosphore comme avec le soufre, et il forme un gaz particulier, qu'on a nommé *gaz hydrogène phosphuré.*

Ce gaz contient,
Hydrogène,
Phosphore.

Du Gaz hydrogène arseniuré.

Le gaz hydrogène se combine avec l'arsenic; et forme un gaz particulier, qui a été observé d'abord par Scheele.

Ce gaz contient,

Hydrogène.	14.5
Arsenic.	85.5

Du Gaz hydrogène zincuré.

Le gaz hydrogène se combine avec le zinc et forme un gaz hydrogène particulier, qui n'a pas encore été assez étudié.

Il contient,
Hydrogène,
Zinc.

L 2

Du Gaz hydrogène stanniuré.

Le gaz hydrogène qui se dégage d'une dissolution d'étain par les acides, a également des qualités particulières qui n'ont pas été assez étudiées.

Il contient,

Hydrogène,
Etain.

Du Gaz hydrogène ferruré.

Lorsqu'on fait dissoudre du fer par l'acide sulfurique, on obtient un gaz hydrogène particulier qui a une odeur fétide, et qu'on peut appeler *gaz hydrogène ferruré.* Il n'a pas été assez étudié.

Il contient,

Hydrogène,
Fer.

Du Gaz hydrogène telluré.

Le gaz hydrogène se combine également avec le tellure et forme de l'hydrure de tellure. On emploie ordinairement l'oxide de tellure pour obtenir l'hydrure de tellure.

On n'a pas encore assez examiné toutes les propriétés du gaz hydrogène de tellure.

Il contient,

Hydrogène,
Tellure.

Ce gaz a les propriétés des acides et ne contient point d'oxigène.

Du Gaz hydrogène potassié.

Sementini a découvert ce gaz. Pour l'obtenir il prend un canon de fer rempli de tournures de fer, qu'il place dans un fourneau. La partie qui traverse le fourneau étant chauffée à blanc, il y introduit, par un appareil particulier, un petit cylindre de potasse caustique. Cette potasse arrivée aux tournures de fer, se décompose en *potassium;* alors il se dégage une quantité considérable de gaz hydrogène combiné avec le potassium, ou gaz *hydrogène potassié.*

Ce gaz est plus pesant que le gaz hydrogène.

Il s'enflamme au simple contact de l'air atmosphérique.

L'auteur dans ses nombreuses expériences, a reconnu deux espèces de ce gaz,

Le gaz *hydrogène potassié au maximum*,

Le gaz *hydrogène potassié au minimum.*

Du Gaz hydrogène sodié.

On peut obtenir de la soude un gaz hydrogène particulier, analogue à celui qu'on obtient avec la potasse.

On aura peut-être également

Un gaz hydrogène sodié au *maximum*,

Un gaz hydrogène sodié au *minimum.*

Du Gaz hydrogène ammoniacal.

Le soufre réduit à l'état de vapeurs, se combine avec l'ammoniaque, et forme un sulfure d'ammoniaque : d'où résulte un sulfure hydrogéné d'ammoniaque, ou *liqueur fumante de Boyle.*

La chaleur spécifique du gaz ammoniac, suivant Dalton, est 1.555.

Ce gaz contient,

Hydrogène,

Azote.

On n'a pas assez examiné ses qualités.

Du Gaz hydrogène oléfiant.

Le gaz oléfiant s'obtient, suivant des chimistes hollandois, en distillant quatre parties d'acide sulfurique avec une partie d'alcool.

La chaleur spécifique de ce gaz oléfiant est, suivant Delaroche et Bérard, 1.5763;

Et suivant Dalton, 1.555.

Ce gaz, suivant ces chimistes, contient;

Hydrogène.	20 à 26
Carbone.	80 à 74

Ce gaz mêlé avec partie égale de gaz muriatique oxigène, laisse une huile épaisse plus pesante que l'eau,

Ces expériences prouvent,

1° Que l'hydrogène peut se combiner avec un grand nombre

de substances différentes, et qu'il acquiert pour lors des propriétés particulières, particulièrement celles des acides....

2°. Ils peuvent être combinés avec des quantités plus ou moins considérables de ces substances, au *maximum* ou au *minimum*.

3°. La Chimie a encore beaucoup de découvertes à faire sur ces différens gaz hydrogénés.

DU GAZ NITREUX.

Ce gaz fut apperçu par Hales; mais ce fut Priestley qui en constata les propriétés.

La chaleur spécifique de l'oxide nitrique, suivant Dalton, est 0.777.

Ce gaz paroît contenir en poids,

Oxigène.	57.7
Azote.	42.3

Du Gaz nitreux déphlogistiqué de Priestley, ou Gaz oxide d'azote.

Priestley en faisant dissoudre du zinc dans l'acide nitrique, obtint un gaz nitreux particulier, dans lequel une bougie allumée brûloit d'une manière vive : il lui donna le nom de *gaz nitreux déphlogistiqué*.

On a donné postérieurement à ce gaz, le nom de *gaz oxide d'azote*, nom impropre.

La chaleur spécifique de ce gaz, suivant les expériences de Delaroche et Bérard, est 1.0318.

Ce gaz contient en poids,

Oxigène.	36
Azote.	64

Il faut observer qu'en déterminant les principes de tous ces gaz, on ne tient point compte du calorique qui y est combiné, parce qu'il est *impondérable ;* mais on ne peut douter qu'il n'ait la plus grande influence sur leur nature.

On n'a également aucun égard à l'eau qui leur est unie, ou combinée. Cependant on ne doit pas la négliger.

D'après tous ces faits, il me paroît *probable*, comme je l'ai

déjà dit, qu'il n'y a qu'une seule espèce d'air, l'*air pur*, et que les gaz *inflammables* et *azotes* n'en sont que des modifications.

J'ai prouvé cette opinion par des expériences constatées par tous les physiciens.

Je place sur une cuve d'eau des cloches remplies d'air inflammable le plus pur, qui, essayé à l'eudiomètre de Volta, ne laisse qu'un foible résidu = 00.2.

Après y avoir séjourné quelques jours, il donne un résidu = 0.10, et même 0.20...

Cent de gaz azote pur, éprouvé à l'eudiomètre avec 100 de gaz nitreux, laisse un résidu = 200, c'est-à-dire qu'il n'est pas absorbé.

Mais après avoir séjourné quelques jours sur l'eau, le résidu qu'il donne avec le gaz nitreux, est égal à 180, et même moindre. Il est donc passé en partie à l'état d'air pur.

Cent d'air pur et 200 de gaz nitreux donnent un résidu = 00.2.

Mais cet air pur après avoir séjourné pendant quelques jours sur l'eau, le résidu dans les mêmes expériences = 0.20.. plus ou moins.

Cet air pur a donc passé en partie à l'état d'azote.

Nous avons vu ci-devant, pag. 17, que d'après les expériences de Berthollet, de Delaroche, dans l'inspiration de l'air pur il y a *production d'azote*.

De la CHLORINE, *ou du Gaz oxi-muriatique.*

Ce gaz fut d'abord obtenu par Scheele qui l'appela *acide marin déphlogistiqué*; il le regardoit comme une substance simple.

Berthollet crut que c'étoit de l'acide muriatique avec excès d'oxigène; il l'appela *acide marin oxigéné*.

H. Davy, ainsi que son frère John Davy, ont soutenu avec Scheele, que ce gaz est une substance indécomposée qui ne contient point d'oxigène; ils lui ont donné le nom de *chlorine*, parce qu'il a une couleur verdâtre.

Du Gaz oxi-muriatique azoté.

Un étudiant de Cambridge plaça sous une cloche une dissolution de sel ammoniac à une température + 10, et y fit

passer du gaz acide muriatique oxigéné; il se déposa au fond du vase une huile jaune plus dense que l'eau, qui, au bout de quelques heures, se convertit en un gaz particulier.

Ce gaz détone à une température peu élevée : la chaleur de la main peut suffire.

H. Davy en répétant l'expérience, fut blessé grièvement.

Dulong avoit aussi apperçu ce gaz, et fut blessé.

Il croit que cette propriété détonante est due à une portion d'acide muriatique *oxigéné*, mélangée avec le gaz azote. Il propose en conséquence de l'appeler gaz *muriatique oxi-azote*.

H. Davy croit que ce gaz est composé d'une portion d'azote en volume, et de quatre d'oxi-muriatique, ou chlorine.

De la FLUORINE, *et de l'Acide fluorique.*

H. Davy a fait de nouvelles expériences sur l'acide fluorique; il en a retiré un principe particulier, auquel il a donné le nom de *fluorine*.

Il regarde cette fluorine comme une substance indécomposée.

Cette substance se combine avec l'hydrogène et forme l'acide fluorique.

Cet acide ne contient point d'oxigène.

DE L'IODE, OU DE LA NOUVELLE SUBSTANCE OBTENUE DES CENDRES DE VAREC.

Courtois, salpêtrier à Paris, en lessivant les cendres de varec, apperçut une substance qui se déposoit en cristaux irréguliers; mise dans une petite cornue et exposée à la chaleur, elle se volatilise et acquiert une belle couleur violette; ce qui lui a fait donner le nom de *iode*.

Cette substance a été examinée par Désormes, Clément, Gay-Lussac et H. Davy; ce dernier la regarde comme une substance indécomposée, analogue àla chlorine, à la fluorine...

Combinée avec l'hydrogène, elle forme une acide qu'on a nommé *iodique;* cet acide ne contient point d'oxigène.

Avec l'ammoniaque elle détone.

De

DES SUBSTANCES INFLAMMABLES NON-MÉTALLIQUES.

H. Davy a donné de nouvelles vues sur ces substances.

Il les divise en substances inflammables non-métalliques, et substances inflammables métalliques.

Les substances inflammables non-métalliques sont au nombre de six.

1°. Le *soufre*. L'auteur le classe avec les substances indécomposées.

Il croit *probable* que 30 parties de soufre contiennent six d'hydrogène et 24 d'une base inconnue.

2°. Le *phosphore*. L'auteur le classe avec les substances indécomposées.

Il lui paroît probable que 20 parties de phosphore sont composées de 16 d'une base inconnue et de 4 d'hydrogène.

3°. Le *charbon*. L'auteur le classe parmi les substances indécomposées.

Il lui paroît probable que 11.4 de charbon contiennent 4 d'hydrogène et 7.4 d'une base inconnue.

4°. Le gaz *inflammable*, ou *hydrogène*. L'auteur le classe parmi les substances indécomposées.

Berzelius regarde l'hydrogène comme un oxide métallique, qui avec l'azote concourt à la formation de l'ammonium.

5°. Le gaz *nitrogène*, ou *azote*. L'auteur avoit cru que ce gaz contenoit de l'oxigène. Aujourd'hui il le classe parmi les substances indécomposées.

Il le met au rang des substances inflammables, parce que, combiné avec l'oxigène, il forme un acide, le nitrique.

Berzelius regarde l'azote comme un oxide métallique qui, avec l'hydrogène, concourt à la formation de l'ammonium. On peut supposer, dit Davy, que l'azote contient 16 d'une base inconnue métallique et 18 d'hydrogène.

6°. Le *boron*. L'auteur a donné ce nom à la base de l'acide boracique; il le classe parmi les substances indécomposées.

Le boron uni à l'oxigène forme l'acide boracique.

DES SUBSTANCES INFLAMMABLES MÉTALLIQUES.

H. Davy en admet trente-huit, comme je l'ai fait dans mes *Leçons de Minéralogie*, tome premier (1), ce sont:

1 Le potassium,
2 Le sodium,
3 Le barium,
4 Le strontium,
5 Le calcium,
6 Le magnesium,
7 L'aluminum,
8 Le glucinum,
9 Le zirconum,
10 Le silicum,
11 L'ittrium,
12 Le manganesium,
13 Le zinc, ou *zincum*,
14 L'étain, ou *stannum*,
15 Le fer, ou *ferrum*,
16 Le plomb, ou *plumbum*,
17 L'antimoine, ou *antimonium*,
18 Le bismuth, ou *bismuthum*,
19 Le tellure, ou *tellurium*,
20 Le cobalt, ou *cobaltum*,
21 Le cuivre, ou *cuprum*,
22 Le nickel, ou *niccolum*,
23 L'urane, ou *uranium*,
24 L'osmium,
25 Le tungstène, ou *tungstenum*,
26 Le titane, ou *titanium*,
27 Le colombium,
28 Le cerium,
29 Le palladium,
30 L'iridium,
31 Le rhodium,
32 Le mercure, ou *mercurium*,
33 L'argent, ou *argentum*,

---

(1) J'ai suivi la même classification des métaux, des alcalis et des terres, dans mes *Leçons de Minéralogie*, tome I.

34 L'or, ou *aurum*,
35 Le platine, ou *platinum*,
36 L'arsenic, ou *arsenicum*,
37 Le molybden, ou *molybdenum*,
38 Le chrome, ou *chromium*.

Quant à l'*ammonium*, l'auteur se propose de faire de nouvelles expériences sur cette substance. Il la classe aujourd'hui parmi les substances indécomposées.

Un globule de mercure placé dans une petite cavité d'ammoniaque, et soumis à l'action d'une forte pile voltaïque, perd sa liquidité, et acquiert la consistance du beurre... Il y a donc eu amalgame ; or le mercure ne s'amalgame qu'avec des métaux.

Il lui paroît probable que les métaux, ainsi que tous les corps inflammables, contiennent de l'hydrogène.

Ammonium, 34 parties sont supposées contenir 8 d'hydrogène et 26 d'azote. L'ammonium contiendroit 18 d'hydrogène et 16 d'une base métallique.

Le *potassium* peut être supposé contenir 69 d'une base métallique inconnue, et 6 d'hydrogène.

Le *sodium*, 82 d'une base métallique inconnue et 6 d'hydrogène.

L'*étain*, 110 parties sont supposées contenir 4 d'hydrogène et 106 d'une base inconnue.

L'*argent*, 205 sont supposées contenir 203 d'une base inconnue et 2 d'hydrogène.

DE LA COMBUSTION.

J'avois donné dans ce Journal, tome XXXVIII, pag. 394, un Mémoire sur la combustion. J'y prouvais que la chaleur qui se dégage provenoit encore plus des corps combustibles que de l'oxigène.

Les nouvelles expériences de Delaroche et Bérard sur la chaleur *spécifique*, ou *latente* des différens gaz, confirment mon opinion. Ils ont prouvé que le gaz oxigène est celui de tous les gaz qui a le moins de chaleur spécifique, savoir, 0,8848, et que le gaz hydrogène, ou inflammable, est celui qui en a le plus, savoir, 12.3, par conséquent plus de quatorze fois plus que l'oxigène.

J'ai conclu de ces expériences, que dans la combustion des gaz *hydrogène* et *oxigène*, la chaleur qui se dégage est fournie principalement par l'hydrogène.

J'ai de plus démontré que tous les corps combustibles contiennent de l'hydrogène : et cette vérité est presque généralement admise aujourd'hui. H. Davy la regarde comme très-probable.

On m'a objecté qu'on ne pouvoit produire de combustion sans combinaison du gaz oxigène. Je réponds que,

1° On ne peut également produire de combustion qu'avec les corps qui contiennent de l'hydrogène.

2°. Il est des combinaisons de gaz oxigène sans inflammation, ni presque dégagement de chaleur, comme dans sa combinaison avec le gaz nitreux, ainsi que je le disois à Lavoisier; mais il ne me répondit pas.

3°. Il n'y a inflammation et combustion vive que lorsque le gaz inflammable se combine avec le gaz oxigène.

4°. Dans le nitre, l'or, l'argent détonans. . ., l'oxigène n'y est pas à l'état de gaz.

5°. Nous venons de voir que le gaz muriatique oxi-azoté, détone avec violence, ainsi que l'iode avec l'ammoniaque, et il n'y a point d'oxigène.

DE L'OXIDATION, ET DE L'ACIDIFICATION.

L'*oxidation* du carbone, du soufre, du phosphore, du bore, des substances métalliques. . ., est une véritable combustion : on doit donc appliquer à l'oxidation tout ce que nous venons de dire de la combustion.

D'ailleurs nous venons de prouver que toutes ces substances combustibles contiennent de l'hydrogène. C'est donc particulièrement à cet hydrogène que sont dus les phénomènes dont nous parlons.

Dans ces oxidations, il y a plusieurs choses à considérer,

1°. Une base quelconque.

2°. Combinaison d'une portion plus ou moins considérable d'oxigène.

3°. Consommation d'une portion plus ou moins considérable d'hydrogène.

4°. Cet hydrogène combiné avec l'oxigène, forme, ou laisse dégager de l'eau.

L'*acidification* n'est qu'une oxidation portée à un plus haut degré.

5°. Je crois qu'il y a d'ailleurs, dans ces oxidations et acidi-

fications, une *portion de calorique combinée*, comme l'avoit prouvé Meyer.

Lavoisier adoptoit cette opinion pour l'acide nitrique.

Je lui avois objecté qu'il n'y avoit pas toujours dégagement de chaleur dans les combinaisons du gaz oxigène. Par exemple, en mélangeant des parties de gaz oxigène et de gaz nitreux, non-seulement il n'y avoit pas d'inflammation, mais le thermomètre ne montoit guère au-delà de 20°.

On ne répondit point à cette expérience, à l'ordinaire; mais Lavoisier dit (*Traité de Chimie*, tome I, pag.) que le *calorique se combinoit avec l'acide nitrique produit.*

D'où on doit conclure que dans la production des autres acides, par exemple, du sulfurique, du phosphorique..., par la combustion du soufre, du phosphore..., une portion de calorique se combine également avec les acides produits: c'étoit l'opinion de Meyer qui donna le nom de *causticum*, à ce calorique combiné; il le vit surtout dans la chaux calcaire vive, dans les alcalis caustiques....

Dans la production des acides il y a donc

a Une base,

b Combinaison d'oxigène,

c Dégagement d'hydrogène,

d Dégagement, ou production d'eau,

e Combinaison du calorique.

Les chimistes n'ont point encore d'opinion fixe sur les différens degrés d'oxidation.

Lavoisier paroissoit n'admettre que deux degrés d'oxidation, au moins dans le fer, le *minimum* (l'oxide noir) et le *maximum* (l'oxide rouge).

Proust pense de même.

Berthollet admet plusieurs degrés d'oxidation, et son opinion est adoptée par plusieurs chimistes.

Thomson admet quatre degrés d'oxidation:

a Les *protoxides*, oxidés au *minimum*,

b Les *deutoxides*, oxidés au second degré,

c Les *trioxides*, oxidés au troisième degré,

d Les *tétroxides*, oxidés au quatrième degré,

e Les *peroxides*, *hyperoxides*, oxidés au *maximum*.

Berzelius admet également plusieurs degrés d'oxidation, qu'il désigne par

Suboxide,

Oxidule,
Oxide,
Superoxide, ou suroxide,
Oxidule, comme *antimonieux*.
Acide, comme acide *antimonique*.

Nous allons donner un apperçu du beau travail qu'il a fait sur différens métaux.

De l'Antimoine.

Berzelius a fait un grand travail sur l'antimoine, *stibium* et ses oxides. Proust, dit-il, n'a admis que deux degrés d'oxidation de l'antimoine : Thenard en a admis six, et moi j'en admets quatre, qui sont,

	Métal.	Oxigène.
Sousoxide contient.	96.83	3.17
Oxidule.	84.31	15.68
Oxide blanc.	78.19	21.81
Oxide jaune.	72.85	27.15

L'oxide blanc est, suivant lui, un acide stibieux, ou antimonieux.

L'oxide jaune est un acide *stibique*, ou antimonique.

L'antimoine forme, par conséquent, deux espèces d'acide, comme l'arsenic, le molybdène.

Ces acides d'antimoine se combinent également avec différentes bases.

Ces combinaisons forment des antimoniates et des antimonites.

L'antimonite de potasse, selon lui, contient

Acide stibieux, ou antimonieux. . .	76.2
Potasse.	23.4

L'antimoniate, selon lui, contient

Acide stibique, ou antimonique. . .	79.2
Potasse.	20.8

Il a aussi reconnu que l'eau se trouvoit dans plusieurs de ces combinaisons, qu'il appelle *hydrate*.

Je suis le premier qui ai fait voir, en 1797, *Théorie de la Terre*, tome I, pag. 92, que l'eau étoit un des minéralisateurs des métaux, ce qui formoit des *hydrates*.

De l'Étain.

Berzelius a fait un grand nombre d'expériences sur l'étain, dont il distingue plusieurs degrés d'oxidation.

L'*oxidule d'étain* (oxidum stannosum) contient, suivant lui,

Étain.	88.028
Oxigène.	11.972

L'*oxide d'étain blanc* (oxidum stannicum) s'obtient en dissolvant l'étain dans l'acide muriatique.

L'*oxide jaune d'étain* qu'on obtient en dissolvant l'étain dans l'acide nitrique, et en mettant en digestion cette dissolution dans l'acide muriatique, contient,

Étain.	83.13
Oxigène.	16.87

L'étain sulfuré donne deux produits différens, l'un contient,

Étain.	78.6
Soufre.	21.4

L'autre étain sulfuré contient,

Étain.	71.0
Soufre.	29.0

Du Tellure.

Berzelius a fait différentes expériences sur le tellure; ce métal, dit-il, produit trois différentes espèces de sels,

a Sels où l'oxide de tellure joue le rôle de base,

b Sels où il prend la place d'un acide,

c Sels où l'hydrure de tellure fait fonction d'un acide; il rougit la teinture de Tournesol, il se combine avec les alcalis, les terres.

L'hydro-tellure contient,

Tellurium.	98.088
Hydrogène.	1.911

L'hydro-tellure fait fonction d'acide, et cependant ne contient point d'oxigène.

De l'Or.

L'oxide d'or (oxidum auricum) est composé, suivant Berzelius,

Or	89.225
Oxigène	10.775

L'oxide d'or, suivant Oberkampf, contient,

Or	90
Oxigène	10

L'oxidule d'or (oxidum aurosum), suivant Berzelius, contient,

Or	96.13
Oxigène	3.87

Le pourpre d'or, ou combinaison de l'or avec l'étain, paroît à Berzelius une combinaison de l'oxide d'étain (oxidum stannicum) avec l'oxide d'or.

Du Platine.

Berzelius admet deux degrés d'oxidation du platine.

L'oxidule de platine (oxidum platinosum), suivant Berzelius, contient,

Platine	92.35
Oxigène	7.65

L'oxide de platine (oxidum platinicum), suivant Berzelius, contient,

Platine	85.93
Oxigène	18.07

Du Palladium.

L'oxide de palladium (oxidum palladicum), suivant Berzelius, contient,

Palladium	87.56
Oxigène	12.14

Le sulfure de palladium, suivant le même, contient,

Palladium	100
Soufre	28.15

Du

Du Bismuth sousoxidé.

Le bismuth fondu se couvre d'une poudre brune foncée; c'est un bismuth sousoxidé, suivant Berzelius.

Du Plomb sousoxidé.

Le plomb exposé à l'air se couvre d'une pellicule grisâtre, laquelle est un sousoxide.

Berzelius soupçonne que dans ce sousoxide il y a,

Plomb.	100
Oxigène.	1.925 ou 3.85

Du Zinc sousoxidé.

Le zinc exposé à l'air se couvre également d'une pellicule, que Berzelius regarde comme un sousoxide.

Du Manganèse.

Berzelius distingue différens degrés d'oxidation de ce métal.

Le suboxide brun de manganèse (*suboxidum manganosum*) contient,

Manganèse métal.	93.435
Oxigène.	6.565

Le suboxide vert de manganèse (*suboxidum manganicum*) contient,

Manganèse métal.	87.68
Oxigène.	12.32

L'oxidule brun de manganèse (*oxidum manganosum*) contient,

Manganèse métal.	78.10
Oxigène.	21.9

L'oxide noir provenant de la calcination du nitrate acidulé (*oxidum manganicum*) contient,

Manganèse métal.	70.29
Oxigène.	29.71

L'oxide noir naturel de manganèse est un suroxide (*super-*

oxidum manganicum), il contient,

Manganèse métal.	64.00
Oxigène.	36.00

Je ferai remarquer que ce dernier oxide noir de manganèse donne constamment un *oxigène mélangé d'azote*; ce qui m'a fait dire, *Théorie de la Terre*, tome I, pag. 92, que l'azote devoit se trouver dans les oxides, et devoit être regardé comme un minéralisateur des métaux.

J'ai aussi dit, *ibidem*, que l'eau est un minéralisateur des métaux, parce qu'à cette époque on l'avoit retirée des mines de zinc; et depuis ce temps on l'a retrouvée dans plusieurs autres mines, qu'on appelle *hydrates*.

La Chimie, qui aujourd'hui opère avec une si grande précision, ne doit pas négliger ces données.

De l'Analyse de l'Eau de la mer.

Bouillon-Lagrange et Vogel ont donné une nouvelle analyse de l'eau de différentes mers, savoir, de la Méditerranée à Marseille, de l'Océan, prise à Bayonne et au Hâvre.

Mille grains d'eau de la mer au Hâvre, leur ont donné,

Matière saline par l'évaporation. . . .	36	Grains.
Acide carbonique.	0.23	
Muriate de soude.	25.10	
Muriate de magnésie.	3.50	
Sulfate de magnésie.	5.78	
Carbonate de chaux et de magnésie. . . .	0.20	
Sulfate de chaux.	0.15	

Mille grains d'eau de la mer à Bayonne, ont donné,

Matière saline par l'évaporation. . . .	38.
Acide carbonique.	0.23
Muriate de soude.	25.10
Muriate de magnésie.	3.50
Sulfate de magnésie.	5.78
Carbonate de chaux et de magnésie. .	0.20
Sulfate de chaux.	0.15

Mille grains d'eau de la mer prise à Marseille, leur ont donné,

	Grains.
Matière saline par l'évaporation. . .	41
Acide carbonique.	0.11
Muriate de soude.	25.10
Muriate de magnésie.	5.25
Sulfate de magnésie.	6.25
Carbonate de chaux et de magnésie. .	0.15
Sulfate de chaux.	0.15

Le muriate de magnésie est le seul sel déliquescent dans l'eau de la mer : d'où vient la propriété qu'a le sel de la mer non purifié de s'humecter à l'air.

Une petite quantité de muriate de soude contenue dans l'eau de la mer, est entraînée lorsqu'on la distille; ce qui explique pourquoi on trouve du muriate de soude sur les végétaux à une certaine distance de la mer.

DE L'EAU CONSIDÉRÉE CHIMIQUEMENT.

J'avois obtenu de l'eau en brûlant le gaz inflammable dans l'air atmosphérique (*Journal de Physique*, t. XVIII, p. 156 et 234.). Macquer l'avoit également observé; mais on n'avoit pas fait attention à cette expérience.

J'en avois conclu que cette eau n'étoit que DÉGAGÉE, et que la partie pondérable de ces gaz étoit de l'eau. Deluc a adopté mon opinion, et plusieurs autres savans. Tous les physiciens conviennent que les *airs*, ou *gaz*, *contiennent beaucoup d'eau*. Il ne faut donc plus que des expériences directes pour décider si toute l'eau obtenue y est contenue....

Cavendish répéta quelque temps après la même expérience; il brûla du gaz inflammable avec du gaz oxigène, dans des vaisseaux fermés, et il obtint un poids d'eau égal à celui des airs employés : d'où il conclut qu'il y avoit eu production d'eau.

L'eau, suivant lui, est composée de

Oxigène.	0.85
Hydrogène.	0.15

Aujourd'hui on la dit composée de

Oxigène.	0.87
Hydrogène.	0.13

L'opinion de Cavendish fut adoptée par la nouvelle théorie chimique, parce qu'elle y trouvoit l'explication des faits qu'elle ne pouvoit autrement expliquer, comme me le dit, dans le temps, Berthollet, savoir l'origine du gaz inflammable qu'on obtenoit dans différentes opérations.

Mais il peut en être de cette opinion, comme de celle qui prétendoit que le gaz oxigène contenoit une grande quantité de chaleur spécifique ou latente, et qui est aujourd'hui reconnue fausse.

La vapeur de l'eau incandescente dans la machine de Papin, est un fluide élastique doué de la *plus grande activité.* Ce fluide, néanmoins, n'a de *partie pondérable que l'eau;* son autre principe est le calorique *fluide impondérable.* Il se dissipe à travers tous les vaisseaux.

Newton, lui-même, Boyle et la plupart des savans de cette époque qui a fourni les plus fortes têtes, les Newton, les Leibnitz, les Huyghens, les Halley, les Boyle, les Bernoulli..., avoient soutenu que l'*eau pouvoit se convertir en terre.* Leurs expériences, quoique paroissant au moins aussi EXACTES que celles des physiciens modernes, ont néanmoins été démontrées fausses.

Je persiste donc à croire qu'il n'est point prouvé que l'eau soit composée de gaz oxigène et hydrogène.

Il me paroît plus *probable* que l'eau qu'on obtient dans la combustion de ces deux gaz, n'est que dégagée, et que l'eau doit être regardée comme une *substance indécomposée.*

Le temps, *le temps* fera peut-être triompher cette antique vérité admise dès la plus haute antiquité, et ensuite par Pythagore, Empédocle..., que l'eau est indécomposée.

DE L'ANALYSE CHIMIQUE DES SUBSTANCES VÉGÉTALES.

D'un Acide particulier qui se développe dans les matières acescentes.

Bracconot fait aigrir du riz dans l'eau; il distille, et il obtient de l'acide acétique : le résidu contient un acide particulier, qu'il croit différer de tous ceux qui sont connus.

Cet acide est incristallisable, presque incolore, et aussi fort que l'acide oxalique.

Il l'a combiné avec différentes bases.

DE L'ANALYSE CHIMIQUE DES SUBSTANCES ANIMALES.

De la Composition des Fluides animaux et particulièrement du Sang.

Berzelius a soumis ces fluides à de nouvelles analyses.

Le sang, dit-il, est composé de deux parties, une liquide, le *serum*, et une qui est suspendue, le *coagulum*.

On doit distinguer dans l'économie animale, trois substances principales,

a La fibrine,

b L'albumine,

c La gélatine.

Le *serum*, dit Berzelius, est une solution d'une grande quantité d'*albumine* avec un peu de *fibrine*. L'une et l'autre sont combinées avec la soude. Il contient encore quelques autres substances salines.

Le *coagulum* est la matière colorante. Il diffère de l'albumine par son indissolubilité dans le serum et par sa couleur.

La partie colorante est environ le tiers de la masse; sa couleur paroît due au fer, dont elle contient environ le tiers de son poids; mais ce fer ne peut en être séparé que par la combustion.

Cette couleur ne peut être produite artificiellement en unissant l'albumine avec le sousphosphate de fer, comme Fourcroy et Vauquelin l'ont dit.

Elle n'est également pas produite par le fer uni à la soude, comme l'ont pensé Parmentier et Deyeux.

On peut comparer la couleur du sang aux autres principes colorans rouges formés par les animaux, la cochenille, le kermès, le pourpre du murex... On est également parvenu à la fixer sur des étoffes par le moyen de l'alumine.

Quatre cents grains de matière colorante incinérée, lui ont donné,

Oxide de fer.	30.
Sousphosphate de fer	7.5
Phosphate de chaux et un peu de magnésie.	6.
Chaux pure.	20.
Acide carbonique et perte.	16.5

Le serum du sang a donné par l'analyse,

Eau.	905.
Albumine.	80.
Muriate de potasse, de soude et lactate de soude.	4.
Soude, phosphate de soude et un peu de matière animale.	4.1

En parlant du lactate de soude, Berzelius observe que l'existence de l'acide lactique découvert par Scheele, avoit été à tort révoquée en doute par Fourcroy et Vauquelin.

Le sang ne contient point de gélatine, ni de phosphate terreux.

La fibrine, l'albumine et la matière colorante se ressemblent si intimement, qu'elles peuvent être considérées comme des modifications d'une même substance; elles donnent des phosphates terreux et des carbonates de chaux, seulement lorsqu'elles sont décomposées.

L'auteur pense que le phosphate de fer n'existe point dans la partie colorante non-décomposée, et que celui qu'on obtient en l'incinérant est un produit de la combustion.

La matière colorante séchée et exposée au feu dans un creuset rougi, se fond, se gonfle et brûle avec flamme; elle laisse un charbon poreux qui brûle difficilement. En brûlant il s'exhale continuellement une odeur d'ammoniaque, quoiqu'il ait été exposé plusieurs fois à un grand feu.

Ce dégagement d'ammoniaque d'un charbon brûlant, et qui a été exposé long-temps au feu, est, dit-il, un phénomène remarquable : d'où il conclut que cet ammoniaque est un produit nouveau.

J'ai constamment dit que l'ammoniaque (alcali volatil) n'existe

pas toujours en nature dans les substances animales, ni dans certaines plantes, les crucifères (*Essai sur l'Air pur*, tome II, pag. 593), et qu'il n'y en a que les principes (l'azote, l'hydrogène...); car autrement on l'obtiendroit en le dégageant chimiquement de ses combinaisons, comme on l'obtient du muriate, ou du carbonate d'ammoniaque; au lieu qu'on ne l'obtient des matières animales, ou des plantes crucifères..., que par la putréfaction, ou par la combustion.

Du Soufre dans la Bile et dans le Sang.

Scheele a prouvé l'existence du soufre dans les substances animales, principalement dans les œufs.

Vogel a fait voir que la bile en contient également, ainsi que le sang.

De la Margarine.

Chevreul a fait un grand travail sur les combinaisons des corps gras et des alcalis. Lorsqu'on met, dit-il, du savon de graisse de porc et de potasse dans une grande masse d'eau froide, une partie se dissout et une autre se dépose sous forme de petites paillettes brillantes; il la nomme *matière nacrée.*

Cette matière est formée de

Potasse..	8.16
D'une autre substance grasse. . . .	91.84

Cette dernière substance grasse a l'éclat d'une perle. L'auteur l'appelle *margarine* μαργαρατιυ, perle. Pour l'obtenir, il met la matière nacrée dans une eau acidulée d'acide muriatique. L'acide s'empare de la potasse, et la margarine surnage.

La margarine est d'un blanc éclatant et nacré.

Elle est plus légère que l'eau.

Elle fond à 56.56o centigrades.

DES COMBINAISONS CHIMIQUES ET DE LA THÉORIE ÉLECTRO-CHIMIQUE.

Tous les phénomènes chimiques s'opèrent par des combinaisons. On verse, par exemple, de l'acide muriatique sur de la soude; il y a combinaison, et le résultat est du muriate de soude.

On verse sur ce sel de l'acide sulfurique : l'acide muriatique est dégagé; il se volatilise, et on a du sulfate de soude...

Mais quelle est la force qui opère ces combinaisons et les décompose?

On a observé que dans toutes ces opérations, il se manifeste de l'*électricité*.

On sait que des corps hétérogènes en *contact*, comme dans la pile voltaïque, manifestent une électricité toujours agissante qui, quelquefois, produit la chaleur la plus intense. (*Voyez* ci-devant, pag. 65.)

J'ai fait voir que l'action galvanique avoit la plus grande influence dans les grands phénomènes de la nature, parce qu'elle est une force *agissant constamment*, *et sans interruption*.

Berzelius a établi, d'après ces faits, une nouvelle théorie des combinaisons chimiques, laquelle il appelle *électro-chimique*.

Parmi les corps soumis à l'action de la pile, les uns passent au pôle positif : ce sont les corps *électro-positifs*, les autres passent au pôle négatif; ce sont les corps *électro-négatifs*.

Il divise tous les corps par rapport à l'électricité, en cinq grandes classes:

1° Corps *électro-positifs* absolus; c'est l'oxigène.

2°. *Électro-positifs*, qui forment avec l'oxigène des acides; tels que les métaux.

3°. *Alternatifs*. Ils sont *électro-négatifs* envers tous les corps précédens, et *électro-positifs* envers ceux qui forment de sbases dans un degré d'oxidation, et des acides dans des degrés supérieurs.

4°. *Indifférens*, dont les combinaisons avec l'oxigène ne sont pas des acides, ni des bases, et qui manifestent en général des affinités foibles, tels que le silicum, l'osmium.

5°. *Électro-négatifs*, dont les oxides ne s'accumulent jamais au pôle positif de la pile, tels que les radicaux métalliques, ceux des alcalis, des terres, le zinc, le fer, le manganèse, l'argent....

Les affinités chimiques des différens corps sont d'autant plus grandes, dit-il, que leur rapport électro-chimique est en opposition. Toute combinaison et action chimique paroît une suite de ces différentes affinités.

H. Davy a émis à peu près la même opinion.

« Des effets électriques, dit-il, sont produits par les mêmes

corps

corps agissant comme masses, qui agissant par leurs molécules, produisent les phénomènes chimiques; c'est pourquoi il n'est pas *improbable* que la cause première des deux effets soit la même, et que le même arrangement de la matière, ou les mêmes pouvoirs attractifs qui mettent les corps dans les rapports du positif et du négatif, c'est-à-dire qui les rendent capables de s'attirer électriquement, et de communiquer des pouvoirs attractifs à d'autre matière, puissent également rendre leurs molécules attractives, et en état de se communiquer, lorsque ces molécules jouissent du libre mouvement. »

Van-Mons, en traduisant l'ouvrage de Davy, adopte les mêmes opinions.

Oersted a aussi publié des recherches sur *l'identité des forces chimiques et électriques*. Marcel de Serres qui les a traduites en français, adopte la même opinion.

Ces faits et de pareilles autorités méritent toute l'attention des scrutateurs de la nature.

Moi, sans entrer dans toutes ces théories, je me suis contenté d'exposer les faits, dans mes *Vues galvaniques*, et j'ai prouvé que les plus grands phénomènes de la nature sont dus à cette *cause toujours agissante*, comme on l'observe dans la pile.

Résumé.

Tous les faits, que nous venons de rapporter d'après H. Davy, Berzelius..., ne laissent plus de doute qu'on ne doive faire des modifications considérables aux théories admises aujourd'hui en Chimie, comme on en a fait à celle de Sthal, et comme des expériences postérieures en feront encore faire.

1°. On ne peut plus regarder l'air pur, le prétendu *oxigène*, comme le principal agent de la chaleur, ni de la combustion, puisqu'il est prouvé que c'est le gaz qui contient le moins de calorique, et que le gaz inflammable, le prétendu hydrogène, en contient le plus, ainsi que je l'ai dit.

D'ailleurs il est prouvé que dans plusieurs combinaisons de l'oxigène, telles que celle avec le gaz nitreux, il n'y a qu'une très-petite quantité de chaleur dégagée.

L'oxigène inspiré influe peu dans la production de la chaleur chez les animaux et les végétaux.

2°. L'oxigène ne peut plus être regardé comme générateur

des acides, ainsi que je l'ai constamment soutenu, l'hydrogène en remplit souvent les fonctions.

a. Les acides, tels que le fluorique, l'oxi-muriatique, l'iodique, l'hydro-sulfure, l'hydro-tellure, le prussique.... ne contiennent point d'oxigène.

b. Des substances qui contiennent de l'oxigène, ne sont point acides, mais plutôt alcalines, telles que la potasse, la soude, les terres, les oxides métalliques....

c. L'eau qui dans cette hypothèse contient 0.87 d'oxigène, n'est point acide.

3°. Le gaz inflammable, ou hydrogène, se trouve dans tous les corps combustibles.

On l'avoue pour les substances animales et végétales.

Il est également prouvé qu'il se trouve dans les corps combustibles minéraux, le charbon, le diamant, le soufre, le phosphore, les métaux.

« La combustion des métaux, surtout celle du zinc, disois-je dès 1781, dans ce Journal, tome XVIII, pag. 234, m'avoit toujours persuadé que l'air inflammable étoit un de leurs principes. »

H. Davy regarde cette opinion comme très-probable, et a assigné les quantités d'hydrogène contenu dans plusieurs de ces corps.

4°. Cet air inflammable doit donc être regardé comme le principe que Stahl appeloit *phlogiston*, *phlogistique*, *inflammable* (*voyez Essai de l'Air pur*, tome I, pag. 82) : on devroit lui laisser ce nom.

5°. Cet air inflammable de tous les corps acidifiables, la chaleur, les huiles, le soufre, les métaux..., est en partie consumé lorsqu'on brûle ces corps, et qu'ils passent à l'état d'acides.

6°. Cet hydrogène ainsi brûlé, fournit de l'eau qui doit, par conséquent, se trouver dans les nouveaux composés.

7°. Berzelius et plusieurs chimistes croient que l'air inflammable, ou hydrogène, contient un *oxide métallique* qui entre dans la composition de l'*ammonium*.

8°. Ils ont la même opinion sur l'azote : il contient un oxide métallique qui entre également dans la formation de l'ammonium.

9°. J'ai observé, ainsi que Priestley, Senebier, Berger..., que ces gaz, l'hydrogène, l'azote, exposés sur l'eau, ou agités avec de l'eau, se décomposent et passent à l'état d'air pur; l'air

inflammable perd de son inflammabilité, et l'azote devient absorbable par le gaz nitreux.

D'un autre côté, l'air pur exposé sur l'eau, se décompose également; il est moins absorbé par le gaz nitreux qu'auparavant.

Nous avons vu que dans la respiration, il y a moins d'acide carbonique produit, que d'oxigène absorbé.

Ce qui a fait conclure à Berthollet et à Delaroche, qu'il y a eu *production d'azote.* (Ci-devant pag. 17.)

10°. Il est donc *probable* qu'il n'y a qu'une espèce d'air, l'air *pur*, qui peut se modifier en gaz inflammable et en gaz azote. (*Voyez* mon *Essai sur l'Air pur.*)

11°. Le calorique entre comme principe de l'acide nitrique dans la combinaison du gaz nitreux et de l'oxigène.

Il doit donc également être un des principes des autres acides, des oxides, des alcalis, des terres....

C'est le *causticum* de Meyer.

12°. La nouvelle théorie a donc eu seulement le mérite d'*avoir confirmé l'opinion* de Jean Rey, de Mayon, de Hales...., qui avoient prouvé que dans la combustion, dans la calcination des métaux.... il y avoit combinaison d'une portion d'air qui augmentoit le poids du corps brûlé, vérités auxquelles on ne faisoit plus assez d'attention,

Mais elle a eu tort de rejeter le *principe de l'inflammabilité* qui se trouve dans les corps combustibles, ainsi que le *calorique* qui est combiné dans les nouveaux produits.

D'ailleurs la nouvelle nomenclature qu'elle a proposée est très-imparfaite.

13°. Il est donc probable d'après les notions actuelles, qu'un acide, le sulfurique, par exemple, est composé

a D'une base, celle du soufre,

b Moins une portion d'hydrogène,

c Plus une portion d'oxigène,

d Plus une portion de calorique combiné,

e Plus une portion d'eau.

Il en faut dire autant des oxides, des terres....

Il y a cependant quelques exceptions : les acides oxi-muriatique, fluorique, iodique.... ne contiennent point d'oxigène, mais de l'hydrogène.

14°. Mais quelles sont ces bases, celles du soufre, du phos-

phore...? C'est une des grandes questions, qui reste à résoudre à la Chimie.

On a voulu regarder toutes ces bases comme des élémens *simples*, ou au moins *indécomposés*, parce que l'art n'a encore pu les décomposer.

Mais j'ai constamment soutenu qu'en supposant qu'on n'ait pu encore décomposer la plupart de ces bases, tous les faits paroissent prouver qu'un grand nombre de ces bases, et peut-être toutes, se composent journellement; elles sont produites comme les principes dits *immédiats* des végétaux et des animaux.

a. L'acide fluorique se trouve dans les dents...; qu'est-ce qui le fourniroit, s'il n'étoit pas un produit nouveau?

b. Le phosphore est très-abondant dans les substances animales et végétales, sous forme d'acide phosphorique.

Il en faut dire autant du soufre, du charbon...; qu'est-ce qui les fourniroit, s'ils n'étoient pas des produits nouveaux?

c. La potasse, la soude sont très-abondantes dans les substances végétales et animales, dans les nitrières, dont les terres ont été dépouillées par le lavage de toutes substances salines...; qu'est-ce qui les fourniroit, si elles n'étoient pas des produits nouveaux?

d. Les terres, surtout la magnésie, si abondante dans les lessives des nitrières, chez les animaux..., présentent les mêmes phénomènes.

Or la potasse, la soude, les terres sont des oxides métalliques.

e. Des métaux eux-mêmes, tels que le fer, le manganèse..., sont très-abondans chez les végétaux et les animaux; qu'est-ce qui les fourniroit, surtout le manganèse, s'ils n'étoient pas des produits nouveaux?

15°. La production de l'*ammonium*, en exposant à l'action de la pile voltaïque du mercure avec l'ammoniaque, peut donner des vues sur la production nouvelle de ces bases. Les gaz azote et hydrogène paroissent être les principales bases de l'ammoniaque. Ces deux gaz concourent donc, ainsi que le pense Berzelius, à la formation d'une substance métallique, l'*ammonium*.

Le calorique, le fluide lumineux, le fluide galvanique... peuvent également y concourir.

Tous ces fluides doivent vraisemblablement concourir à la

formation des autres métaux, à celle des alcalis, des terres, du soufre, du phosphore, du charbon....

16°. Tous ces fluides eux-mêmes sont probablement formés d'une *seule matière primitive*. C'étoit l'opinion sublime des philosophes de l'antiquité, qui a été sanctionnée par l'assentiment de Newton, dit H. Davy.

Cette matière primitive est peut-être la *matière nébuleuse*, *l'akasch*.

Il est probable que la Chimie parviendra à décomposer quelques-unes de ces bases.

17°. L'action galvanique a la plus grande influence dans les principaux phénomènes de la nature, tels que la fermentation, l'inflammation des pyrites, celle des pyrophores, les différentes combinaisons, les compositions, les décompositions chimiques..., les différens phénomènes de l'économie animale et végétale, la chaleur, l'irritabilité, l'excitabilité, la sensibilité..., l'état électrique du globe terrestre.

18°. L'électricité et le galvanisme contribuant donc aux combinaisons chimiques, leur action est continuelle, et jamais interrompue.

La théorie *électro-chimique* de Berzelius mérite toute l'attention des savans.

19°. Il n'est pas plus démontré que l'eau soit composée d'hydrogène et d'oxigène, comme le dit Cavendish, qu'il ne l'est qu'elle puisse se convertir en terre, comme Newton l'a soutenu.

20°. L'action des molécules des corps solides dépend plutôt de leur figure que de leur masse.

Encore du temps : et ces vérités seront reconnues, comme celles dont nous avons parlé précédemment; la grande quantité de calorique dans le gaz inflammable, la petite quantité de ce calorique dans l'air pur, l'insuffisance de l'oxigène pour produire les acides..., l'imperfection des nouvelles nomenclatures chimique et minéralogique, l'insuffisance des nouvelles théories chimiques, l'insuffisance de la cristallographie pour connoître les minéraux....

Il est heureux, m'écrivent de savans correspondans, que vous ayez assez vécu pour faire triompher ces vérités, et que vous ayez eu le *courage* de les soutenir malgré les *oppositions*, les *cabales* et les *injustices*....

Je n'ai pas eu moins de courage pour soutenir d'autres vérités. (*Voyez* ce Journal, tome XLI, pag. 394, tome XLII....)

Aussi m'a-t-on donné le nom, si doux pour mon cœur, d'être *ami de la vérité et de la justice.* (H. Davy, tome LXXI de ce Journal, pag. 43.)

Mably reproche au cardinal de Richelieu d'avoir tout corrompu par l'argent. *L'amour de l'argent*, dit-il, *ne laisse subsister aucune élévation dans les ames.*

JE N'AI POINT L'AMOUR DE L'ARGENT (1), parce que j'ai peu de besoins.

Curius refusa l'or des nations, parce qu'il avoit peu de besoins.

Les Scipions, les Lucullus..., dépouilloient au contraire les nations.

Les Romains, dans les temps postérieurs, se créèrent de grands besoins, aussi étoient-ils à vendre, disoit Jugurtha; mais je ne suis pas assez riche. Des personnes plus riches les achetèrent.

JE N'AI QUE L'AMOUR DE LA VÉRITÉ ET DE LA JUSTICE.

JE NE VEUX ÊTRE QUE *HOMME*, AMI DE LA VÉRITÉ ET DE LA JUSTICE.

Le tableau que je viens d'esquisser des progrès de l'esprit humain, quoique incomplet, est bien fait pour augmenter l'ardeur des vrais scrutateurs de la nature.

Le lecteur y verra un précis de mes opinions sur les différentes parties de la philosophie naturelle. Qu'il y ajoute mon ouvrage de *Principes de la Philosophie naturelle*, celui *de la Nature des Etres organisés*, celui *de l'Homme considéré moralement*, celui des *Considérations sur les Etres organisés*, mes *Mémoires présentés aux Assemblées nationales*..., mon *travail dans le Journal de Physique*, il se convaincra que j'ai fait tous mes efforts pour remplir ma *tâche d'homme*, et que ma longue vie a été uniquement consacrée à la recherche de la vérité.

---

(1) De mes amis assistent quelquefois à mon dîner : *il est bien frugal*, disent-ils. — Il faut savoir se contenter d'un pareil dîner, réponds-je, quand *on veut être indépendant et conserver sa dignité.*

A une certaine époque, en 1774, on accorda de l'argent aux gens de lettres qui avoient été jetés dans les cachots..., je vis dans les journaux que j'étois sur cette liste. Je répondis que je ne l'acceptois pas. Ma lettre fut insérée dans le *Journal de Paris*.

FAUTES A CORRIGER.

Pag. 52, lig. 6, 12,800, *lisez*, 128,000.
69, 5, ne peut être constatée, *lisez*, ne peut être contestée.
80, 9, hydro-sulfure, *lisez*, hydrogène sulfuré.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.



De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathémathiques, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET D'HISTOIRE NATURELLE.

FÉVRIER AN 1814.



NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LA COMPOSITION DE L'ALCOOL ET DE L'ÉTHER SULFURIQUE,

Communiquées à l'Institut impérial,

PAR M. THÉODORE DE SAUSSURE.

§ I.

Les recherches que j'ai publiées, il y a quelques années, sur la composition de l'alcool et de l'éther sulfurique (1), étoient suffisantes pour montrer que l'éther est plus chargé de carbone et d'hydrogène que l'alcool; mais elles étoient éloignées d'in-

(1) *Journal de Physique*, tome LXIV.

diquer la juste proportion des élémens de ces deux liqueurs : j'ai eu soin d'annoncer que ces premiers résultats n'étoient qu'une approximation ou l'ébauche d'un travail qui seroit repris et perfectionné.

Une grande simplification dans les moyens que j'ai employés précédemment pour l'analyse de l'éther, plusieurs perfectionnemens dans les procédés eudio-métriques, et enfin quelques corrections dans les données qui servent de base au calcul de ces analyses, me permettent de présenter aujourd'hui des résultats plus exacts.

Les procédés, auxquels l'analyse végétale est subordonnée, n'atteignent pas encore la précision qu'on obtient dans la décomposition de plusieurs substances minérales : cette extrême exactitude seroit peut-être superflue pour des composés, tels que l'alcool et l'éther dont le degré de pureté n'est pas sûrement déterminé : on verra cependant que ces deux liqueurs ont une propriété qui établit d'une manière certaine le mode de leur composition.

Les données qui servent de base au calcul de mes analyses, sont les déterminations de MM. Biot et Arago sur les pesanteurs spécifiques des gaz, le poids du décimètre cube d'air atmosphérique étant 1,293 gramme, à 0 degré du therm. centig. à 0,76 mèt. du baromètre, et à la sécheresse extrême. J'ai admis que dans ces circonstances, le décimètre cube de gaz acide carbonique contient 0,5378 gramme de carbône, ou que 100 parties en poids de ce gaz sont formées de 72,63 d'oxigène et de 27,37 de carbone ; 100 parties en poids d'eau contiennent 88,3 d'oxigène et 11,7 d'hydrogène, le volume de ces gaz étant dans ce composé, comme deux est à un.

PREMIÈRE SECTION.

ANALYSE DE L'ALCOOL.

§ II.

Décomposition de l'Alcool par un tube de porcelaine incandescent.

L'analyse de l'alcool par les produits de sa combustion opérée à l'aide d'une lampe, ne donne pas de résultats précis, parce qu'une partie de ce liquide se volatilise sans se brûler. Lorsqu'on

fait détoner avec du gaz oxigène et du gaz hydrogène dans un eudiomètre à mercure, la vapeur élastique de l'alcool à la température atmosphérique, la combustion est complète; mais l'opération devient très compliquée, et les résultats portent sur des valeurs trop petites, pour qu'ils puissent inspirer de la confiance. La distillation très-lente de l'alcool par un tube de porcelaine incandescent, convertit presque entièrement cette liqueur en eau et en un gaz dont l'analyse ne présente aucune difficulté. J'ai suivi ce procédé qui est, pour cette liqueur, le plus exact de tous ceux que j'ai cités.

L'alcool dont je me suis servi a été préparé en mêlant de l'esprit-de-vin avec son volume d'eau, et en soumettant le mélange à une succession de plusieurs distillations lentes dont on n'a recueilli que les premiers produits : il a acquis une pesanteur spécifique de 0,8302 à 17,1 degrés du thermomètre centigrade. Ce résultat indique par la table de Richter (1), une liqueur composée de 13,8 parties d'eau et de 86,2 parties de l'alcool que cet auteur appelle *absolu*, et que je désignerai sous le nom d'*alcool de Richter;* sa pesanteur spécifique est 0,792 à une température de 20 degrés centigrades.

Les résultats de mon analyse ont été réduits par le calcul, à ceux qu'on auroit obtenus avec l'alcool de Richter, parce qu'il sert de base à la Table la plus étendue et la plus juste que l'on ait sur les pesanteurs spécifiques des mélanges de l'eau avec l'alcool; cette base n'est cependant pas encore l'alcool réel, puisque M. Hutton a obtenu un alcool qui, avec la pesanteur spécifique de 0,784 à 19 degrés du thermomètre centigrade, ne paroissoit pas être encore de l'alcool pur (2).

J'ai employé de l'alcool naturellement très-aqueux, ou qui avoit été rectifié sans intermède, pour éviter les objections des auteurs qui croient qu'on altère l'alcool dans ses principes essentiels en le déflegmant, suivant le procédé de Richter, par du muriate de chaux. Cette altération, qui pourroit être une purification (puisqu'en déflegmant la liqueur, on la prive des substances qui ne sont solubles que par l'eau), se manifeste surtout

(1) La correction, que cette Table exige pour la différence de température, a été faite par les Tables de Gilpin.

(2) *Expériences sur la congélation de l'alcool*, par M. Hutton. *Bibliothèque Britannique*, Sciences et Arts, vol. LIII.

par de légères nuances dans la saveur et dans l'odeur, mais n'introduit aucune variation notable dans nos analyses. Lorsque les deux liqueurs contiennent une même quantité d'eau, on observe entre elles soit dans le changement de leur pesanteur spécifique par une addition ultérieure d'eau, soit dans toutes leurs autres propriétés, des différences trop petites pour qu'elles puissent être nettement déterminées, ou pour qu'elles puissent avoir de l'influence dans la recherche qui m'occupe.

J'ai fait distiller lentement au bain-marie, dans un tube de porcelaine incliné, rouge de feu, 81,37 grammes de liqueur alcoolique qui contenoit, d'après sa pesanteur spécifique, 70,14 grammes d'alcool de Richter, et 11,23 grammes d'eau. Les produits de cette opération passoient dans un tube de verre étroit, long d'un mètre et demi, entouré de glace, et faisant les fonctions de serpentin : celui-ci communiquoit avec un très-petit ballon destiné à retenir les produits liquides, et à transmettre les gaz à la cuve pneumatique.

La distillation a duré quatorze heures; elle a fourni,

1° Dans le tube de porcelaine 0,05 gramme de charbon;

2° En grande partie dans le serpentin, 0,41 gramme d'un mélange de cristaux volatils, en lames minces, et d'huile essentielle brune, liquide, douée d'une forte odeur de benjoin et d'empyreume. Ce produit, quel que soit sa composition, est trop petit pour jouer un rôle important dans cette analyse : celle que j'ai faite de quelques huiles essentielles, m'a montré qu'en s'en tenant seulement aux dixièmes, elles sont composées de 0,7 de carbone, 0,2 d'oxigène et 0,1 d'hydrogène. Ces valeurs ont été appliquées au produit dont il s'agit ici.

3°. J'ai recueilli dans le ballon, et dans les autres parties de l'appareil, 17,24 grammes d'eau sans couleur, et légérement imprégnée d'alcool : elle avoit une pesanteur spécifique de 0,9942 à 20 degrés du thermomètre centigrade. Ce résultat indique un mélange de 16,59 grammes d'eau avec 0,65 gramme d'alcool de Richter. Cette quantité réduit à 69,49 grammes, les 70,14 grammes d'alcool de Richter, qui ont été destinés à l'analyse. L'eau alcoolisée dont je viens de parler rougissoit les couleurs bleues; on y reconnoissoit le goût et l'odeur du vinaigre. Elle a formé de l'acétate de potasse avec cet alcali; mais le poids de l'acétate ne montoit qu'à cinq centigrammes. Enfin cette même liqueur a été troublée d'une manière très-peu marquée par

le nitrate d'argent, elle a répandu des vapeurs à peine sensibles à l'approche de l'acide muriatique, mais cet acide n'y a pas produit une quantité pondérable de muriate d'ammoniaque. J'ai pu, en raison du peu de valeur de ces derniers résultats, ne considérer tout ce troisième produit que comme un mélange d'eau et d'alcool, dans la proportion indiquée par la pesanteur spécifique.

4°. Le gaz hydrogène oxi-carburé résultant de la décomposition de l'alcool, occupoit à 11,25 degrés du thermomètre centigrade à 0,7207 mètre du baromètre, et à l'humidité extrême, 87,07 litres qui pesoient 60,25 grammes, en prenant un terme moyen entre cinq produits. Il ne contenoit pas une quantité notable de gaz acide carbonique, ou du moins la proportion de ce gaz n'excédoit pas $\frac{1}{100}$, et je l'ai négligé.

Le volume du gaz hydrogène oxi-carburé réduit à la sécheresse extrême, à 0 degré du thermomètre et 0,76 mètre du baromètre, occupoit 77,924 litres; il ne pesoit plus que 59,069 grammes, par la soustraction de 1,181 gramme d'eau hygrométrique qui doit être ajoutée aux 16,59 grammes d'eau obtenue dans le troisième produit.

§ III.

Analyse du Gaz hydrogène oxi-carburé obtenu par la décomposition de l'Alcool dans un tube de porcelaine incandescent.

Le décimètre cube de ce gaz sec, à 0,76 mètre du baromètre et à 0 degré du thermomètre, pesoit en terme moyen 0,75804 gramme. Ce poids a subi dans le cours de l'opération, des variations qui n'ont pas été au-delà d'un centigramme. Elles ne dépendoient pas, ainsi que je l'avois d'abord soupçonné, de l'accumulation du carbone dans le tube, mais elles tenoient au degré de chaleur que le gaz éprouvoit : lorsque la distillation devenoit plus rapide, et lorsque le tube de porcelaine étoit moins chaud, on obtenoit plus d'huile, un gaz plus pesant, et qui contenoit sous le même poids plus de carbone. En prenant un terme moyen entre tous les produits, 100 parties en volume de ce gaz décomposé par sa détonation avec 300 parties de gaz oxigène sur du mercure (1), ont consumé 121,95 parties de gaz

(1) Dans mes précédentes recherches, ce gaz, ainsi que celui de l'éther, avoit été analysé sur l'eau.

oxigène en formant 81,15 parties de gaz acide carbonique. Il ne contenoit point de gaz azote (1).

Il résulte de ces données que 100 parties en poids de gaz hydrogène oxi-carburé réduit à la sécheresse extrême, sont composées de

57,574	parties de carbone.
28,466	——— d'oxigène.
13,96	——— d'hydrogène.
100,000	

Ces produits contiennent 10,189 parties d'hydrogène en excès sur 32,237 parties d'eau réduite à ses élémens.

Le gaz que je viens d'analyser a cette propriété remarquable, c'est que *le volume du gaz oxigène qu'il consume pour sa combustion, est au volume du gaz acide carbonique qu'il produit en même temps, comme trois est à deux.*

Le poids de l'hydrogène en excès sur les élémens de l'eau, est au poids du carbone comme 1 : 5,65.

Le gaz oléfiant (appelé aujourd'hui *hydrogène percarboné* ou *percarburé*) ne contient point d'oxigène, mais il suit, relativement à l'hydrogène et au carbone, la même loi que le gaz hydrogène oxi-carburé, lorsqu'on ne considère dans ce dernier que l'hydrogène en excès sur les élémens de l'eau.

L'acide carbonique est au gaz oxigène consumé dans la combustion du gaz oléfiant, comme deux est à trois : 100 parties de ce gaz consument en volume, 300 parties de gaz oxigène en formant 200 parties de gaz acide carbonique, le poids du

(1) Pour n'être pas trompé sur l'absence de l'azote dans le gaz hydrogène oxi-carburé, il faut l'analyser avant qu'il ait séjourné sur l'eau, parce qu'elle lui abandonne l'air qu'elle recèle. L'alcool ne contient pas une quantité notable d'azote. J'ai trouvé par des expériences faites avec l'appareil de Meunier pour recueillir le liquide qui se forme dans la combustion à l'aide de l'air atmosphérique, que l'eau produite ainsi soit par l'alcool, soit par l'éther sulfurique, tient en dissolution une quantité appréciable des sels ammoniacaux, et que d'ailleurs cette eau est à peu près pure ; mais j'ai reconnu aussi que l'hydrogène pur et toutes les substances hydrogénées non-azotées, fournissent en brûlant dans ces circonstances, ou de l'ammoniaque, ou de l'acide nitreux, ou ces deux substances réunies, et que le gaz azote de l'air disparoît en même temps.

décimètre cube de gaz oléfiant sec étant 1,2649 gramme (1), à 0 degré du thermomètre et à 0,76 mètre du baromètre. Il suit de là que 100 parties en poids de gaz oléfiant contiennent,

85,03	parties de carbone,	
14,97	———	d'hydrogène.
100		

Le poids de l'hydrogène est à celui du carbone dans le rapport de 1 à 5,68, comme dans le gaz hydrogène oxi carburé que je viens d'analyser, lorsqu'on ne considère dans celui-ci que l'hydrogène en excès sur les élémens de l'eau.

On voit évidemment par la comparaison de ces deux gaz, que le gaz hydrogène oxi-carburé dont je m'occupe n'est que du gaz oléfiant et de l'eau, réduits à leurs élémens; car si dans l'analyse du gaz hydrogène oxi-carburé, on ajoute aux 57,574 parties de carbone qui s'y trouvent, les 10,189 parties d'hydrogène qui sont en excès sur les élémens de l'eau, on a un composé de 67,763 parties qui est constitué comme le gaz oléfiant, tandis que les 32,237 parties qui restent après cette addition, sont constituées comme l'eau. Ainsi le gaz hydrogène oxi-carburé retiré de l'alcool par un tube rouge, est représenté par 100 parties de gaz oléfiant et par 47,6 parties d'eau, ou, en d'autres termes, par les principes du gaz oléfiant, et environ la moitié de leur poids d'eau réduite à ses élémens.

§ IV.

Application des résultats précédens à l'analyse de l'Alcool de Richter.

Si l'on résume les produits de la décomposition de l'alcool par le feu, en vase clos, on trouve que 81,37 grammes d'alcool

(1) Le gaz oléfiant, suivant la manière dont il a été préparé, peut avoir une pesanteur qui diffère légérement de celle que je donne ici, mais alors 100 parties en volume de ce gaz ne consument plus précisément 300 parties de gaz oxigène, en formant 200 parties de gaz acide carbonique, et il paroît douteux qu'avec cette modification il soit du gaz oléfiant pur. L'emploi de ces nombres qui se trouvent dans les limites des observations, est justifié par la considération des combinaisons du volume des gaz, dans des rapports simples.

aqueux, dont la pesanteur spécifique est 0,8302 à 17,1 degrés du thermomètre centigrade, ont fourni

59,069 grammes de gaz hydrogène oxi-carburé réduit à la sécheresse extrême,
17,771 ——— d'eau,
0,41 ——— d'huile,
0,05 ——— de charbon,
0,65 ——— d'alcool de Richter.

77,950
Perte 3,42

81,37

La perte peu considérable de 3,42 grammes, étant répartie sur tous les produits précédens, ou étant considérée comme de l'alcool aqueux non-décomposé, rend la quantité d'alcool aqueux décomposé, égale à 77,95 grammes. Si l'on réduit ces résultats à ceux qui auroient été obtenus avec de l'alcool de Richter, les produits de l'analyse restent égaux aux précédens, à l'exception de l'eau qui ne doit plus peser que 6,541 grammes, et la quantité d'alcool de Richter qui a été analysée ou décomposée se trouve être égale à 66,07 grammes. Lorsqu'on substitue à ces produits immédiats, leurs élémens, 100 parties d'alcool de Richter contiennent,

51,98 parties de carbone,
34,32 ——— d'oxigène,
13,70 ——— d'hydrogène.

100,00

On trouve dans ces résultats 9,15 parties d'hydrogène en excès sur 38,87 parties d'eau réduites à ses élémens.

Cet hydrogène en excès dans l'alcool, est au carbone, dans le rapport de 1 : 5,68 comme dans le gaz oléfiant et dans le gaz hydrogène oxi-carburé qui vient de la décomposition de l'alcool. Il est facile de voir que 100 parties d'alcool de Richter sont représentées par les élémens de 61,13 parties de gaz oléfiant et de 38,87 parties d'eau.

Pour avoir par cette analyse le volume de gaz oxigène qu'un poids donné d'alcool consume en brûlant, et le volume de gaz acide carbonique qu'il produit en même temps, il suffit de réduire

duire par le calcul les 51,98 parties de carbone en gaz acide carbonique, et de considérer que le volume du gaz oxigène consumé doit être égal au volume de ce gaz acide, plus la moitié du volume de gaz hydrogène en excès sur les élémens de l'eau : on trouve ainsi qu'un gramme d'alcool de Richter emploie pour sa combustion 1449,84 centimètres cubes de gaz oxigène, en formant en même temps 966,54 centimètres cubes de gaz acide carbonique.

Ces deux nombres sont entre eux dans le rapport de 3 : 2. Je conclus de ces observations que l'alcool est représenté par la combinaison de l'eau et du gaz oléfiant, réduits à leurs élémens. L'alcool de Richter, dont la pesanteur spécifique est 0,792 à 20 degrés du thermomètre centigrade, est formé par 100 parties en poids de gaz oléfiant et par 63,58 parties d'eau. Nous ne connoissons pas le plus haut degré de déflegmation de l'alcool, ou l'alcool réel ; mais il suffit, quant à présent, d'avoir déterminé le mode de la composition de cette liqueur, et d'avoir indiqué à peu près la proportion des élémens d'un mélange d'alcool réel et d'eau, dans un état déterminé par la pesanteur spécifique.

SECONDE SECTION.

ANALYSE DE L'ÉTHER SULFURIQUE.

§ V.

Décomposition de l'Éther par un tube de porcelaine incandescent.

L'éther dont j'ai fait usage pour ces expériences, a été rectifié par trois opérations successives, 1° en le distillant jusqu'à moitié, sur une solution de potasse ; 2° en lavant le produit avec deux fois son poids d'eau ; 3° en distillant avec du muriate de chaux à une température de 33 degrés centigrades l'éther lavé, et en ne recueillant que le tiers de la liqueur. L'éther ainsi obtenu avoit une pesanteur spécifique égale à 0,7155, à la température de 20 degrés centigrades.

J'ai fait distiller à une chaleur inférieure à l'ébullition de l'éther, 47 grammes de cette liqueur, dans un tube de porcelaine incandescent. L'appareil étoit semblable à celui qui a été décrit pour l'analyse de l'alcool : l'opération a duré neuf heures ; elle a produit,

1° Dans le tube de porcelaine, une petite quantité de charbon qui pesoit 0,12 grammes.

2°. De l'huile empyreumatique brune, liquide, volatile, soluble dans l'alcool; puis une substance noirâtre, épaisse, soluble seulement dans l'éther, et analogue au goudron; enfin des cristaux en lames minces, moins volatils que l'huile brune, et semblables à ceux que l'alcool produit par le même procédé (1). Le mélange de ces trois substances pesoit 0,4 gramme.

3°. Il s'est dégagé 55,850 litres de gaz à 16,25 degrés du thermomètre centigrade, à 0,7309 du baromètre, et à l'humidité extrême. Les premières portions formant le tiers de tout ce produit, contenoient $\frac{1}{100}$ de leur volume de gaz acide carbonique; les autres en étoient dépourvues. Les 55,85 litres pesoient 43,245 grammes; mais comme il ne s'est point dégagé d'eau, on peut croire que le gaz avant de parvenir à la cuve hydro-pneumatique, étoit privé d'eau hygrométrique; dans ce cas il n'auroit pesé que 42,36 grammes. Le gaz a entraîné avec lui une fumée jaune qui paroissoit formée de l'huile empyreumatique liquide, dont j'ai parlé dans le second produit; elle étoit plus abondante, lorsque le tube de porcelaine étoit moins chaud, et la distillation plus rapide.

Quarante-sept grammes d'éther sulfurique ont donc produit par cette opération,

	42,36	grammes de gaz,
	0,12	——— de charbon,
	0,4	——— d'huile et de goudron.
	42,88	
Perte	4,12	
	47	

Cette perte qui monte environ à neuf pour cent, et qui paroît

(1) Ils sont solubles dans l'alcool : ils disparoissent dans l'eau au bout de quelques jours; ils ne brûlent dans du gaz oxigène qu'à une chaleur rouge, et que lorsqu'ils sont en vapeur; ils ne se décomposent point dans ce gaz par des volatilisations réitérées à une température inférieure à l'incandescence. L'huile de romarin et de citron traitées par un tube rouge, les fournissent également, mais je les ai toujours obtenus en trop petite quantité pour assigner d'une manière précise leur nature et leurs propriétés.

due à la volatilisation d'une huile indéterminée, se trouve trop grande pour que les produits que j'ai recueillis, donnent une notion certaine de la composition de l'éther. On peut cependant en avoir un apperçu par l'analyse du gaz qui forme les $\frac{9}{10}$ de la liqueur qui a été décomposée.

§ VI.

Analyse du Gaz hydrogène oxi carburé obtenu de la distillation de l'éther par un tube de porcelaine incandescent.

La pesanteur spécifique de ce gaz (abstraction faite de la petite quantité de gaz acide carbonique dont j'ai parlé § V) a augmenté quand la distillation est devenue plus rapide, et que le gaz a éprouvé moins de chaleur. Lorsque cette pesanteur a été la plus grande, le décimètre cube de gaz a pesé 0,85808 gramme, à 0 degré du thermomètre centigrade à 0,76 mètre du baromètre, et à la sécheresse extrême.

Cent parties en volume de ce gaz, mêlées à 300 parties de gaz oxigène, ont consumé sur le mercure, 152,48 parties de gaz oxigène en formant 101,89 parties de gaz acide carbonique.

Cent parties en poids de ce gaz hydrogène oxi-carburé étoient donc formées de

63,86	parties de carbone,
22,01	——— d'oxigène,
14,13	——— d'hydrogène.
100,00	

Ces produits contiennent 11,21 parties d'hydrogène en excès sur 24,93 parties d'eau réduite à ses élémens.

Les deux tiers du gaz qui s'est formé dans toute l'opération, avoient à peu près la composition que je viens d'indiquer.

Lorsque le gaz hydrogène oxi-carburé a été le plus léger, le décimètre cube a pesé 0,81196 gramme dans les mêmes circonstances que dans l'opération précédente. Cent parties en volume de ce gaz ont consumé 143,32 parties de gaz oxigène en formant 93,15 parties de gaz acide carbonique. Il résulte de

là, que 100 parties en poids de ce gaz hydrogène oxi carburé contiennent

61,7 parties de carbone,
23,49 ——— d'oxigène,
14,81 ——— d'hydrogène.

100,00

On trouve dans ces produits 11,7 parties d'hydrogène en excès sur 26,6 parties d'eau réduite à ses élémens.

Ce gaz a dans ses différens degrés de pesanteur spécifique, cette propriété commune avec l'alcool et avec le gaz hydrogène oxi-carburé qui vient de ce dernier, *c'est que le gaz oxigène consumé est au gaz acide produit comme trois est à deux.* Il en résulte que le gaz hydrogène oxi-carburé de l'éther, est représenté comme dans toutes les analyses précédentes, par du gaz oléfiant et de l'eau. Le gaz hydrogène oxi-carburé qui vient de l'alcool, est représenté par du gaz oléfiant et par la moitié de son poids d'eau, ou, d'après l'expérience, par les élémens de 100 parties en poids de gaz oléfiant, et de 47,6 parties d'eau.

Le gaz hydrogène oxi-carburé qui a été retiré de la décomposition de l'éther par un même degré de feu, que pour la décomposition de l'alcool, est représenté par du gaz oléfiant et par le tiers de son poids d'eau réduite à ses élémens.

§ VII.

Analyse de l'Éther sulfurique par la détonation de sa vapeur élastique avec du gaz oxigène.

Dans mes premières recherches sur la composition de l'éther, j'ai suivi le moyen d'analyse dont il s'agit ici, en saturant du gaz oxigène par la vapeur élastique de l'éther; la liqueur surabondante à cette saturation étoit enlevée avec du papier sans colle : on mesuroit l'augmentation de volume que le gaz avoit acquise par la présence de la vapeur, et après avoir pesé le gaz ainsi dilaté, on le faisoit détoner sur du mercure, avec une addition ultérieure de gaz oxigène. Les premières opérations étoient indépendantes les unes des autres, et elles exigeoient une identité de température et de pression qu'il étoit douteux d'obtenir. En absorbant par du papier sec, l'éther liquide en excès sur la vapeur éthérée, je croyois que cette dernière n'étoit pas

condensée; mais de nouvelles recherches sur l'absorption des gaz par les solides poreux, m'ont montré qu'il en étoit autrement, quoique le papier n'eût d'ailleurs aucune action sur l'éther.

Je suis à présent un procédé plus simple et beaucoup plus exact; il suffit 1° de peser dans un petit flacon à large ouverture, et formé avec du verre, une quantité d'éther fort inférieure à celle qui est requise pour saturer du gaz oxigène sec, contenu par du mercure dans un récipient étroit et élevé; 2° d'ouvrir sous le mercure le flacon renversé, et de l'introduire dans le récipient; 3° de mesurer le volume du gaz, après la solution de l'éther dans le gaz oxigéné : on a ainsi un gaz éthéré qui ne contient point d'éther liquide, et qui se trouve dans toutes les circonstances requises pour l'analyse, puisqu'on connoît les quantités de gaz oxigène et d'éther qu'il contient.

J'ai ajouté, par exemple, 0,525 gramme (1) d'éther liquide, à 526,76 centimètres cubes de gaz oxigène sec, réduit à la pression barométrique de 0,76 mètre, et à 0 degré du thermomètre centigrade. Après une demi-heure tout l'éther liquide a disparu, et le gaz dilaté par la vapeur éthérée, a occupé dans les mêmes circonstances que ci-devant, 682,87 centimètres cubes.

J'ai fait passer dans le tube à détonation sur le mercure, ce gaz éthéré, et je l'ai fait détoner par l'étincelle électrique, après y avoir ajouté quatre fois son volume de gaz oxigène, car sans une forte dose de ce dernier, l'eudiomètre se seroit brisé. Les 5,25 décigrammes d'éther ont consumé par cette expérience 1008,6 centimètres cubes de gaz oxigène en formant 661,4 centimètres cubes de gaz acide carbonique.

Dans une autre expérience plus exacte, parce qu'elle a été faite avec du gaz oxigène moins souillé de gaz azote, 5,4 décigrammes d'éther ont porté dans des circonstances semblables aux précédentes, 525,81 centimètres cubes de gaz oxigène à 687,23 centimètres cubes. Cette quantité d'éther a consumé par sa détonation 1027 centimètres cubes de gaz oxigène en formant 682,8 centimètres cubes de gaz acide carbonique. Il en résulte que 100 parties en poids d'éther contiennent

---

(1) J'aurois pu faire facilement cette expérience plus en grand; mais elle n'en auroit pas été plus juste, parce que les erreurs eudiométriques sont infiniment plus grandes que celles de la pesée qui a été faite avec une balance sensible à moins d'un milligramme.

67,98 parties de carbone,
17,62 ——— d'oxigène,
14,40 ——— d'hydrogène.

100,00

On trouve dans ces produits 12,07 parties d'hydrogène en excès sur 19,95 parties d'eau réduite à ses élémens.

Cet hydrogène en excès sur les élémens de l'eau, est à tout le carbone contenu dans l'éther comme 1 : 5,63, ou, en d'autres termes, *le volume du gaz oxigène consumé par l'éther est au volume du gaz acide carbonique qui se produit en même temps, dans le rapport de trois à deux*, comme on le trouve dans l'alcool, dans son gaz hydrogène oxi-carburé, dans celui de l'éther, et enfin dans le gaz oléfiant. Si l'on ajoute (dans les 100 parties d'éther que j'ai analysées) aux 67,98 parties de carbone, les 12,07 parties d'hydrogène en excès sur les élémens de l'eau, on a un composé de 80,05 parties qui sont constituées comme le gaz oléfiant (1) : les 19,95 parties qui restent ne sont que de l'eau. *L'éther est donc représenté par les élémens de* 100 *parties en poids de gaz oléfiant, et de* 25 *parties d'eau.*

On reconnoît par l'analyse que je viens de donner de l'éther, la justesse des observations que M. de Rumford a faites dans ses recherches sur la chaleur développée dans la combustion. Ce physicien en comparant la chaleur produite par la combustion de l'éther, avec la chaleur qui auroit été produite par les élémens de cette liqueur, tels que je les avois indiqués dans mes premiers résultats (*Journal de Physique*, 1807), a trouvé avec son calorimètre, qu'ils devoient pécher par un excès d'hydrogène. Il a confirmé par cette épreuve, ma première analyse de l'alcool; mais cet accord peut exister avec une analyse inexacte, lorsque les erreurs s'y compensent.

(1) Si l'on substitue dans ces 80,05 parties, les principes du gaz oléfiant, tels que je les ai indiqués § 3, on trouve qu'elles contiennent

68,07 parties de carbone,
11,98 ——— d'hydrogène.

80,05

§ VIII.

Précis des principaux résultats des recherches précédentes.

L'éther et l'alcool sont deux combinaisons d'eau et de gaz oléfiant réduits à leurs élémens.

Il en est de même pour les gaz qui viennent de la décomposition de l'éther ou de l'alcool par un tube de porcelaine incandescent.

L'éther doué d'une pesanteur spécifique égale à 0,7155 à 20 degrés du thermomètre centigrade, est représenté par les élémens de 100 parties en poids de gaz oléfiant, et de 25 parties d'eau.

L'alcool est représenté par du gaz oléfiant uni à une proportion d'eau beaucoup plus grande, et qui peut être portée par approximation à la moitié du poids du gaz oléfiant.

L'alcool de Richter, ou la liqueur alcoolique douée d'une pesanteur spécifique égale à 0,792 à 20 degrés du thermomètre centigrade, est représentée par 100 parties de gaz oléfiant et par 63,6 parties d'eau. Comme cet alcool contient une quantité indéterminée d'eau accidentelle, elle se trouve confondue (dans les 63,6 parties que je viens d'indiquer) avec l'eau essentielle à l'alcool réel ou pur (1).

---

(1) Entre les conjectures qu'on peut faire sur la quantité d'eau essentielle à l'alcool réel encore inconnue, la supposition qui me paroît la plus probable, est qu'il contient une quantité d'eau élémentaire double de celle qu'on trouve dans l'éther; c'est-à-dire que l'alcool réel est représenté par 100 parties de gaz oléfiant, et par 50 parties d'eau, ou à très-peu près, comme le gaz qui résulte de la décomposition de l'alcool aqueux par un tube rouge, § 6. D'après cela, 100 parties d'alcool de Richter seroient formées de 91,7 parties d'alcool réel, et de 8,3 parties d'eau accidentelle; et 100 parties d'alcool réel contiendroient

56,68 parties de carbone,
29,44 ——— d'oxigène,
13,88 ——— d'hydrogène.

100,00

On trouve dans ces produits 9,98 parties d'hydrogène en excès sur 33,34 parties d'eau réduite à ses élémens.

Cent parties en poids d'alcool de Richter contiennent

51,98 parties de carbone,
34,32 ——— d'oxigène,
13,70 ——— d'hydrogène.

100,00

On trouve dans ces produits 9,15 parties d'hydrogène en excès sur 38,87 parties d'eau.

Cent parties en poids d'éther sulfurique, dont la pesanteur spécifique est 0,7155 à 20 degrés du thermomètre centigrade, contiennent

67,98 parties de carbone,
17,62 ——— d'oxigène,
14,40 ——— d'hydrogène.

100,00

On trouve dans ces produits 12,07 parties d'hydrogène en excès sur 19,95 parties d'eau réduite à ses élémens.

L'analyse de l'éther est plus précise que celle de l'alcool, relativement à la proportion d'eau, non-seulement parce que l'éther a été analysé par un procédé plus direct, mais encore parce que l'eau n'étant presque pas soluble dans l'éther, il ne peut contenir qu'une très-petite quantité d'eau accidentelle.

Pour avoir la proportion du gaz oléfiant dans l'alcool, dans l'éther, et dans les gaz que ces liqueurs produisent en se décomposant par un tube rouge, il suffit d'ajouter au carbone indiqué par l'analyse, l'hydrogène en excès sur les élémens de l'eau. Ainsi l'on voit que le poids du gaz oléfiant dans 100 parties d'éther, est égal à $67,98 + 12,07 = 80,05$, et que les 19,95 parties qui restent sont de l'eau.

Le volume du gaz oxigène que l'alcool consume en brûlant, est au volume du gaz acide carbonique qu'il produit en même temps, dans le rapport de trois à deux, comme pour le gaz oléfiant, sauf les petites erreurs inséparables des observations. Un gramme d'alcool de Richter consume 1449,8 centimètres cubes de gaz oxigène, en formant 966,54 centimètres cubes de gaz acide carbonique; ces gaz étant à 0 degré du thermomètre centigrade, à 0,76 mètre du baromètre, et à la sécheresse extrême dans ces résultats et dans les suivans.

On

On observe le même rapport de trois à deux, entre le gaz oxigène consumé, et le gaz acide carbonique produit, dans la combustion de l'éther; un gramme d'éther consume 19,02 centimètres cubes de gaz oxigène, en formant 12,64 centimètres cubes de gaz acide carbonique.

Le même rapport de trois à deux existe encore entre les produits de la combustion des gaz qui viennent de la décomposition, soit de l'alcool, soit de l'éther, par un tube de porcelaine incandescent; 100 parties en volume du gaz qui vient de la décomposition de l'alcool, consument 121,95 parties de gaz oxigène, en formant 81,15 parties de gaz acide carbonique. Le décimètre cube de ce gaz hydrogène oxi-carburé, pèse 0,75804 gramme.

Cent parties en poids de ce gaz contiennent

57,574	parties de carbone,
28,466	——— d'oxigène,
13,96	——— d'hydrogène.
100,00	

On trouve dans ces produits 10,189 parties d'hydrogène en excès sur 32,237 parties d'eau réduite à ses élémens.

Cent parties en volume du gaz qui vient de la décomposition de l'éther consumant 152,48 parties de gaz oxigène, en forment 101,89 parties de gaz acide carbonique. Le décimètre cube de ce gaz hydrogène oxi-carburé pèse 0,85808 gramme.

Cent parties en poids de ce gaz contiennent

63,86	parties de carbone,
22,01	——— d'oxigène,
14,13	——— d'hydrogène.
100,00	

On trouve dans ces produits 11,21 parties d'hydrogène en excès sur 24,93 parties d'eau réduite à ses élémens.

Le volume du gaz hydrogène en excès sur les élémens de l'eau, soit dans l'alcool, soit dans l'éther, soit dans leurs gaz hydrogènes oxi-carburés, soit dans le gaz oléfiant, est égal au volume du gaz acide carbonique que chacune de ces substances produit dans sa combustion.

On peut, en raison de cette propriété, ou du rapport de trois à deux dont nous avons parlé, établir la proportion des trois élémens qui constituent un poids connu d'éther ou d'alcool, en ayant une seule des trois données suivantes, *a* l'hydrogène en excès sur les élémens de l'eau, *b* l'oxigène consumé dans la combustion, *c* l'acide carbonique produit par cette opération.

Puisque l'alcool est représenté par du gaz oléfiant uni avec une quantité d'eau égale environ à la moitié du poids de ce gaz, tandis que l'éther est formé par du gaz oléfiant uni seulement avec le quart de son poids d'eau, et puisqu'enfin le gaz oléfiant ne contient point d'eau, on voit quelle est l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool pour former soit l'éther, soit le gaz oléfiant; elle se borne, dans l'un et l'autre cas, à soustraire de l'eau essentielle à l'alcool. Lorsqu'on mêle cette dernière liqueur avec environ son poids d'acide sulfurique, on emploie la quantité d'acide suffisante pour soustraire seulement une partie de l'eau essentielle à l'alcool, et l'on obtient l'éther. Lorsqu'on mêle à l'alcool quatre fois son poids d'acide sulfurique, on ajoute la dose d'acide requise pour enlever toute l'eau essentielle à l'alcool, et au lieu d'éther, on obtient le gaz oléfiant.

Une certaine quantité de l'alcool destiné à ces opérations, paroît subir par l'action trop énergique de l'acide sulfurique, sur la fin de la distillation, une décomposition ultérieure à celle qui est nécessaire pour former soit l'éther, soit le gaz oléfiant: de là vient l'apparition d'une matière noire, charbonneuse dans le résidu de la distillation du mélange qui les fournit. Cette décomposition ultérieure est cause qu'on obtient une quantité d'éther beaucoup moins grande que celle qui est contenue dans les élémens de l'alcool : deux parties d'alcool de Richter contiennent les élémens d'environ une partie et demie d'éther, et l'on ne peut en retirer au plus que les deux tiers de cette quantité.

MÉMOIRE

SUR LES MASSES RELATIVES

DES MOLÉCULES DES CORPS SIMPLES,

Ou densités présumées de leurs gaz, et sur la constitution de quelques-uns de leurs composés, pour servir de suite à l'*Essai* sur le même sujet, publié dans le *Journal de Physique*, juillet 1811;

PAR A. AVOGADRO.

Communiqué à M. DELAMÉTHERIE, *en janvier* 1814.

DANS mon *Essai d'une manière de déterminer les Masses relatives des Molécules des corps*, etc., j'ai proposé une hypothèse très-naturelle, ce me semble, et à laquelle on n'a rien substitué jusqu'ici, pour expliquer le fait découvert par M. Gay-Lussac, que les volumes des substances gazeuses qui se combinent entre elles, et des gaz composés qui en résultent, sont toujours dans des rapports très-simples entre eux. Cette hypothèse consiste à dire, que les volumes égaux de substances gazeuses, à pression et température égales, représentent des nombres égaux de molécules, ensorte que les densités des différens gaz sont la mesure des masses des molécules propres à ces gaz, et que les rapports des volumes dans les combinaisons ne sont que les rapports entre les nombres de molécules qui se combinent pour former des molécules composées.

Cette hypothèse, une fois admise, en confirmant en partie les résultats auxquels MM. Dalton, Davy et autres ont été conduits par des considérations particulières sur les masses des molécules des différentes substances connues, d'après leurs pro-

portions dans les combinaisons, nous fournit un moyen général de rectifier ces résultats, et de perfectionner ainsi la théorie des proportions déterminées, qui est, ou va devenir la base de toute la Chimie moderne, et la source de ses progrès futurs. D'ailleurs la liaison que cette hypothèse établit entre le système des proportions fixes, et les rapports des volumes dans les combinaisons, présente un avantage indépendant même de sa réalité; car les suppositions qu'on peut faire immédiatement sur les nombres relatifs des molécules dans les combinaisons, et par là sur les masses de ces molécules, sont tout-à fait arbitraires; il n'y a que les volumes des substances gazeuses, ou supposées telles, et les poids qui leur répondent, qui nous présentent des unités fixes et naturelles, desquelles on peut partir, pour présenter dans toute sa simplicité le système des proportions fixes: si ces volumes ne présentent pas les molécules mêmes, ils méritent du moins de les remplacer dans l'état actuel de nos connoissances, pour servir de base aux applications de la théorie.

Dans cette vue il faut donc chercher à établir par les faits, ou en défaut, par des conjectures probables, les densités qu'ont ou qu'auroient les gaz des différentes substances sous une pression, et température commune, sous laquelle elles pussent rester à l'état gazeux, et leurs rapports en volume dans les combinaisons. C'est ce que j'avois déjà fait dans mon *Essai* pour les substances simples ou composées les plus connues; les expériences et analyses qui ont été publiées depuis par plusieurs physiciens et chimistes, et en particulier par MM. Gay-Lussac, Davy, Berzelius, etc., nous permettent maintenant d'étendre nos principes à d'autres substances, sur lesquelles il nous étoit resté des doutes, ou dont nous n'avions pas parlé. J'ai cru qu'il étoit intéressant de recueillir les résultats les plus exacts qu'on ait en ce moment dans ce genre, et de présenter ainsi dans son ensemble, un tableau dont je n'avois tracé que les premières lignes dans le Mémoire cité; c'est ce que je me propose de faire dans celui-ci.

Je vais donc parcourir successivement les principales substances simples pour lesquelles nous avons des données un peu précises pour déterminer la densité de leur gaz, ou, d'après notre hypothèse, la masse relative de leur molécule. Je m'occuperai aussi de leurs combinaisons, surtout binaires, en tant qu'elles pourront servir à établir ou confirmer les densités des gaz simples; mais la constitution des corps plus composés, comme des sels,

des substances végétales et animales, etc., pourra faire l'objet d'un autre Mémoire.

§ Ier.

Corps simples gazeux à la pression et température ordinaires.

Ce sont l'hydrogène, l'oxigène, l'azote et le chlorine (acide muriatique oxigéné). Je n'ajouterai plus rien à ce que j'ai dit dans mon Essai sur la molécule de ces corps, et sur la constitution de leurs combinaisons les plus connues (1); mais je dois faire mention de deux combinaisons intéressantes découvertes dernièrement, l'une d'oxigène et de chlorine, l'autre de chlorine et d'azote. La première, trouvée par M. Davy (qui l'a nommée *gaz euchlorine*), est composée de deux volumes de gaz chlorine et d'un de gaz oxigène; elle est gazeuse, et elle présenteroit, selon les expériences de M. Davy, un rapport tout-à-fait particulier de volume à celui de ses composans; son volume seroit deux fois et demie celui du gaz oxigène qui y entre, ou une fois et un quart celui du gaz chlorine, au lieu d'être, selon l'analogie que j'ai remarquée dans la plupart des autres combinaisons binaires, simplement double de celui du gaz oxigène, ou égal à celui du gaz chlorine. L'autre combinaison est sous forme d'huile; c'est le fameux composé détonant, découvert, pour la première fois en France, par M. Dulong, et retrouvé et examiné ensuite par divers chimistes anglais. Selon les expériences de MM. Porret, Wilson et Kirk (*Bibliothèque Britannique*, mai 1815) ce composé seroit formé de trois volumes de gaz chlorine sur un de gaz azote; mais selon celles de M. Davy (qu'on vient d'annoncer dans la *Bibliothèque Britannique*,

---

(1) J'avois remarqué relativement à la constitution du gaz acide nitreux, qu'en ne supposant point de partage de molécule dans l'union de trois volumes de gaz nitreux, avec un volume d'oxigène pour le former, autre que celui qui a lieu dans la formation du gaz nitreux même, sa densité auroit dû être 4,21267 en prenant pour unité celle de l'air; *mais il est probable*, ajoutai-je, *qu'il se fera au moins un autre partage en deux, et par conséquent une réduction de la densité à la moitié*, sur quoi je me rapportois à ce que l'expérience nous en auroit appris. M. Gay-Lussac a vérifié ma conjecture; il a trouvé (ainsi qu'on l'annonce dans les *Annales de Chimie*, février 1811) qu'il y a en effet redoublement de volume relativement au gaz oxigène dans la formation de ce gaz, par l'union du gaz nitreux et du gaz oxigène, d'où il suit, comme il le remarque, que sa densité doit être 2,10633.

octobre 1813), il contient quatre volumes de chlorine sur un de gaz azote.

§ II.

Autres radicaux non-métalliques.

1°. *Carbone.* J'ai déterminé, dans mon *Essai*, la densité du gaz de cette substance, par la supposition que le gaz acide carbonique en contienne la moitié de son volume, avec un volume d'oxigène. J'observerai ici que d'après la même hypothèse, et les expériences de M. Th. de Saussure, le gaz oléfiant est composé d'un volume égal au sien de gaz, carbone, et d'un volume double de gaz hydrogène. En effet un volume de gaz oléfiant exige pour sa combustion trois volumes d'oxigène, et donne deux volumes de gaz acide carbonique, outre l'eau; ces deux volumes de gaz acide contiennent selon nous, un volume de gaz, de carbone et deux de gaz oxigène; il reste un volume d'oxigène pour former l'eau, ce qui en suppose deux d'hydrogène. D'après cela, je trouve que la pesanteur spécifique de ce gaz devroit être 0,978, en prenant pour unité celle de l'air, et que 100 parties en poids doivent être composées de 85,03 de carbone, et 14,97 d'hydrogène; résultats qui s'accordent assez bien avec les expériences de M. de Saussure. On peut remarquer que ce gaz nous fournit un exemple bien rare, d'une combinaison binaire sans redoublement.

Quant au gaz hydrogène carboné examiné par M. Henry, qui exige deux fois son volume d'oxigène pour sa combustion, et produit un volume égal au sien de gaz acide carbonique, il est facile de voir, que d'après nos suppositions, il doit être composé d'un volume de gaz de carbone, et de quatre de gaz hydrogène, avec redoublement relativement au gaz de carbone.

Le nouveau gaz (phosgène) découvert par M. Jonh Davy, et composé d'un volume égal au sien de gaz oxide de carbone, et d'un autre volume égal de gaz chlorine, doit résulter, selon nous, d'un volume de gaz de carbone, d'un de gaz oxigène et deux de chlorine, dans un autre redoublement que celui qui a lieu dans la formation du gaz oxide de carbone, et sa densité doit être 3,438 en prenant pour unité celle de l'air.

2°. *Soufre.* Nous n'avons encore aucune expérience directe sur la densité du gaz de soufre, ou radical sulfurique; mais on peut chercher à la déduire de celle de quelques gaz qui le

contiennent, et d'abord de celle du gaz acide sulfureux. Il paroît bien prouvé que ce gaz contient un volume égal au sien de gaz oxigène, et d'un autre côté, j'ai cru pouvoir établir par analogie, dans mon *Essai*, qu'il contient la moitié de son volume de radical sulfurique supposé gazeux. Il ne s'agit donc plus que de savoir au juste quelle est la densité du gaz acide sulfureux, point sur lequel il restoit des doutes lors de la publication de mon *Essai*. Kirvan l'avoit établie de 2,265, en prenant pour unité celle de l'air, d'où j'avois déduit 2,323 pour la densité du gaz de soufre, ou 31,73 en prenant pour unité la densité du gaz hydrogène. Mais M. Davy avoit trouvé 2,0967 seulement pour la densité du gaz acide sulfureux, ce qui donnoit 1,9862 pour celle du gaz de soufre, ou 27,13 en prenant pour unité celle de l'hydrogène. J'avois soupçonné que ce résultat de M. Davy péchoit par défaut; c'est ce qu'il a reconnu lui-même depuis (*Bibliothèque Britannique*, mars 1813), et d'après ses dernières expériences la densité du gaz acide sulfureux seroit 2,226, comme je le calcule, en prenant pour unité celle de l'air, ce qui donne 2,244 pour la densité du gaz de soufre, en prenant la même unité, ou 30,65 en prenant pour unité celle de l'hydrogène.

Le gaz hydrogène sulfuré nous fournit un autre moyen de déterminer la densité du gaz de soufre. On sait que ce gaz contient aussi un volume égal au sien, de gaz hydrogène, combiné avec le soufre, et il est probable, par analogie, qu'il contient la moitié de son volume de soufre supposé à l'état de gaz, ensorte que le redoublement ordinaire ait lieu dans sa formation. Il seroit donc formé d'un volume de gaz de soufre, et de deux volumes de gaz hydrogène. A la vérité, dans mon *Essai*, j'avois conjecturé, malgré les faits que je viens de citer, que la quantité d'hydrogène en volume dans ce gaz, pouvoit être triple de celle du gaz de soufre, parce que je supposois que le soufre ordinaire pouvoit contenir un volume égal au sien, d'hydrogène, qui n'auroit pas été pris en considération dans les expériences; mais les recherches de M. Berzelius, et celles que M. Davy a publiées dernièrement, paroissent prouver que le soufre ne contient qu'accidentellement une petite quantité d'hydrogène. Ainsi tout porte à croire que le gaz hydrogène sulfuré n'est formé que d'un volume du gaz hydrogène double de celui du gaz de soufre qu'il contient. Maintenant pour en déduire la densité du gaz de soufre, il ne s'agit plus que de

savoir celle du gaz hydrogène sulfuré. Selon Kirwan elle est de 1,1064, en prenant pour unité celle de l'air; selon les expériences de M. Davy, que j'ai citées dans l'*Essai*, elle n'auroit été que de 1,0645; mais celui-ci a reconnu dernièrement qu'il y avoit erreur dans cette détermination, et selon ses dernières expériences, je trouve qu'elle seroit 1,177. MM. Gay-Lussac et Thenard l'ont trouvée de 1,1912, résultat peu différent. En admettant cette dernière estimation, on en tire 2,2360 pour la densité du gaz de soufre, en prenant pour unité celle de l'air, ou 30,542 en prenant pour unité celle du gaz hydrogène. Ce résultat s'accorde très-bien, comme on voit, avec celui tiré du gaz acide sulfureux; la moyenne seroit à très-peu près 30,6; mais nous nous en tiendrons dans les calculs suivans, à celui de MM. Gay-Lussac et Thenard, que nous avons suivi pour les densités des autres gaz, et nous supposerons en conséquence, que la densité du gaz de soufre (ou la masse de sa molécule selon notre hypothèse) est 30,542, en prenant pour unité celle de l'hydrogène, c'est-à-dire un peu plus que double de celle de l'oxigène qui est 15,074.

Je trouve, d'après cette évaluation, que l'acide sulfureux doit être composé en poids de 0,50325 de soufre, et 0,49675 d'oxigène ou à peu près parties égales, et l'acide sulfurique (qui doit contenir trois volumes de gaz oxigène sur un de gaz de soufre) 0,40312 de soufre, et 0,59688 d'oxigène ou 1 de soufre, et 1,48065 d'oxigène. C'est ce qui s'accorde parfaitement avec les expériences de M. Berzelius, qui a rectifié à cet égard les résultats qu'on avoit lors de la publication de mon Essai, et qui a fixé la composition de l'acide sulfurique à 0,4003 de soufre, et 0,5997 d'oxigène. Aussi MM. Berzelius et Davy paroissent-ils actuellement, d'après la considération seule des proportions en poids dans les combinaisons du soufre, avoir adopté environ 30 pour sa molécule, dans les calculs qu'ils font à la manière de Dalton.

La liqueur sulfurée de Thomson doit être composée, d'après cela, d'un volume de gaz de soufre, puisque selon les expériences de M. Davy, qui conviennent aussi à peu près avec celles de A. Berthollet, 30 de soufre en poids prennent environ 67 de chlorine pour former ce composé, nombre qui est à peu près le double de celui qui exprime la densité du gaz chlorine.

La liqueur de Lampadius a été considérée par plusieurs chimistes comme du soufre hydrogéné; mais MM. Clément et

Désormes

Désormes l'ont cru composée de soufre et de carbone. MM. Vauquelin et Thenard, dans un rapport fait à l'Institut sur un Mémoire de M. Cluzel, n'y ont aussi trouvé que du carbone et du soufre dans le rapport de 15 environ du premier et 85 du second. Enfin MM. Berzelius et Marcet viennent de publier une analyse de ce composé, qui paroît mettre la chose hors de doute (voyez *Bibliothèque Britannique*, octobre 1813). Ils y ont trouvé sur 100 parties 15,17 carbone, et 84,83 soufre. Cette proportion en poids approche beaucoup de 1 de carbone et de 2 de soufre en volume, d'après nos évaluations des densités des gaz de ces substances 11,36 et 30,54 : on trouve en effet qu'on auroit dans cette supposition 15,7 de carbone, et 84,3 de soufre en poids. Cela s'accorde aussi à peu près avec la densité de la vapeur de cette substance, déterminée dernièrement par M. Gay-Lussac; car si on admet le redoublement ordinaire de volume que nous avons observé dans la plupart des combinaisons binaires, cette densité, en prenant pour unité celle de l'air, doit être alors... $\frac{0,832 + 4,472}{2} = 2;652$; M. Gay-Lussac a trouvé 2,67 (*Annales de Chimie*, novembre 1811). On pourroit s'étonner qu'une substance liquide aussi volatile puisse résulter de l'union de deux substances solides, dont l'une, le carbone, est très-réfractaire et très-fixe; mais on doit faire attention à ce que la molécule du carbone est fort petite, ensorte que la cohésion de cette substance, dans son état de non-combinaison, doit être attribuée à quelque circonstance qui peut cesser d'avoir lieu dans ses combinaisons, comme on le voit aussi dans l'acide carbonique, qui est gazeux. Je proposerai quelques conjectures à cet égard dans les considérations générales qui termineront ce Mémoire.

3°. *Phosphore.* On n'a point, non plus, aucune expérience directe sur la densité du gaz de cette substance; on ne peut la tirer que par conjecture, de la composition en poids des acides phosphoreux et phosphorique. Il paroît, d'après les dernières expériences et réflexions de M. Davy (*Bibliothèque Britannique*, mars 1813), que tous les résultats qu'on avoit jusqu'ici sur la composition de ces acides étoient fautifs. Ceux de M. Davy sont, que l'acide phosphoreux est composé en poids de 4 de phosphore, et de 3 d'oxigène, et l'acide phosphorique, de 2 de phosphore et 3 d'oxigène, ou 4 de phosphore et 6 d'oxigène; ensorte que dans ce dernier la quantité d'oxigène est double que dans l'acide phosphoreux, par rapport à une même quantité de

phosphore. D'après cela, on ne peut considérer ces acides comme respectivement analogues aux acides sulfureux et sulfurique, comme je l'avois fait dans mon *Essai*, puisque dans ceux-ci les quantités d'oxigène sont comme les nombres 2 *et* 3. Ainsi, comme l'acide phosphorique est le produit immédiat de la combustion, de même que les acides sulfureux, carbonique, etc., l'analogie nous porte à le croire composé, comme eux, d'un volume de radical et deux de gaz oxigène; d'où il suit que l'acide phosphoreux seroit composé de volumes égaux de gaz de phosphore et de gaz oxigène. D'après la composition de ce dernier acide en poids, la densité du gaz oxigène sera à celle du gaz de phosphore comme 3 à 4, c'est-à-dire que celle du phosphore sera environ 1,47 en prenant celle de l'air pour unité, ou environ 20 en prenant pour unité celle de l'hydrogène. C'est en effet la masse de la molécule que M. Davy lui-même admet pour le phosphore, ou du moins ce qu'il considère comme l'unité de ses proportions dans les combinaisons. Il faut attendre, pour une détermination plus exacte de ce nombre, qu'on ait des expériences exactes sur la densité des gaz hydrogènes phosphorés. Ici je remarquerai seulement, qu'en admettant le nombre 20, et supposant que le gaz hydro-phosphorique, que M. Davy a découvert, soit composé d'un volume de gaz de phosphore, et 4 de gaz hydrogène, comme il résulte de ses proportions en poids, sa densité, dans le cas ordinaire du redoublement, seroit environ 0,87 en prenant celle de l'air pour unité, ainsi que M. Davy l'a réellement trouvée par des expériences approximatives.

M. Davy conjecture que le gaz hydrogène phosphoré ordinaire est un mélange de gaz hydrogène, et d'un autre gaz qui contienne 2 d'hydrogène en poids sur 20 de phosphore, c'est-à-dire qui soit composé, selon nous, d'un volume de gaz de phosphore, et de deux de gaz hydrogène. D'après cette composition, et en supposant le redoublement dans sa formation, je trouve que la densité de ce dernier gaz devroit être environ 0,805 en prenant pour unité celle de l'air. Pour qu'un mélange de ce gaz et de gaz hydrogène eût une densité qui ne fût qu'environ la moitié de celle du gaz précédent découvert par M. Davy, je trouve qu'il faudroit qu'il contînt en volume environ $\frac{4}{7}$ d'hydrogène et $\frac{3}{7}$ du gaz supposé; et alors en lui enlevant le phosphore, son volume augmenteroit dans le rapport de 4 + 3, ou 7 à 4 + 6 ou 10, ce qui s'accorde à peu près avec les ob-

servations de M. Davy sur le gaz hydrogène phosphoré ordinaire.

D'après les expériences de M. Davy, le phosphore est susceptible de deux combinaisons avec le chlorine; l'une, liquide, contient 67 de chlorine en poids sur 20 de phosphore; l'autre, solide, contient une quantité double de chlorine. D'après nos hypothèses cela signifie que pour former le premier de ces composés, un volume de gaz de phosphore prend deux volumes de chlorine, et pour former le second, il en prend quatre.

4°. *Fluorium*. Les expériences de M. John Davy sur les combinaisons de l'acide fluorique (*Annales de Chimie*, mai 1813), nous fournissent quelques données pour la détermination probable de la densité du gaz de cet acide, supposé libre, et par là du gaz de son radical, que nous appellerons *fluorium*, cet acide n'ayant d'ailleurs jamais été obtenu en état libre, ni par conséquent la densité de son gaz déterminée par expérience. Ce chimiste a trouvé que le fluate d'ammoniaque est composé de 76,4 d'ammoniaque, et 23,6 d'acide fluorique en poids. En supposant 8 d'ammoniaque en volume sur un d'acide, on trouve par là que la densité du gaz d'acide fluorique, en prenant pour unité celle du gaz hydrogène, doit être 20,08, ou 20 en nombre rond. On verra dans la suite que cette densité du gaz acide fluorique s'accorde assez bien avec celle qu'on peut raisonnablement attribuer au gaz de silice dans l'acide fluorique silicé, et on ne pourroit supposer une autre proportion en volume dans le fluate, sans qu'il en résulte pour l'acide fluorique, une densité trop forte ou trop foible pour présenter le même accord; mais si la densité du gaz acide fluorique est 20, en supposant cet acide formé, comme la plupart des autres, d'un volume de gaz de radical et deux d'oxigène avec redoublement, la densité du gaz de fluorium sera environ $40 - 30 = 10$. Ainsi cette substance sera de toutes les substances simples, celle dont la densité, ou la molécule est la plus petite après celle de l'hydrogène, quoique toujours dix fois plus grande que cette dernière. Au reste tout cela n'est que conjectural, et l'acide fluorique pourroit bien être lui-même une substance simple.

Dans un Mémoire que M. H. Davy vient de lire à la Société royale, et dont on trouve une notice dans la *Bibliothèque Britannique*, octobre 1813, il évalue (d'après la composition, à ce qui paroît, du fluate de chaux) la molécule du gaz acide fluorique à 1,05 en prenant pour unité celle de l'oxigène, tandis que selon l'évaluation que nous venons de donner, elle seroit

1,33 en prenant la même unité. L'analyse du fluate n'est pas rapportée dans la Notice citée; mais le résultat que M. Davy en tire peut n'être différent du nôtre, que par les suppositions différentes qu'il aura faites sur le nombre relatif des molécules dans ce composé, et sur la masse des molécules et de ses autres élémens.

Il observe que d'après cette estimation, en supposant que l'acide fluorique soit une substance oxigénée, la masse de la molécule de son radical ne seroit qu'un 20e de celle de l'oxigène, ce qui est vrai, en y supposant une molécule de radical et une d'oxigène sans division. Comme cela ne lui paroît pas probable, il est porté à croire que cet acide est formé, comme l'acide muriatique, d'hydrogène et d'une autre substance inconnue. Selon notre évaluation, on auroit déjà, même en suivant les suppositions de Davy, la molécule du radical égale à $\frac{1}{3}$ de celle de l'oxigène; mais en supposant en outre le redoublement dans la formation de l'acide, comme nous le faisons ici, la molécule de l'acide, avant le redoublement, seroit 2,66 de la même unité, et en admettant d'ailleurs deux molécules d'oxigène contre une de radical, celle du radical seroit toujours 0,66 ou les $\frac{2}{3}$ de celle de l'oxigène, ou 10 en prenant pour unité celle de l'hydrogène, comme nous le disons ici. Cela détruit l'improbabilité de la supposition rejetée par M. Davy sur la composition de l'acide fluorique.

5°. *Bore*. Selon les expériences approximatives de MM. Gay-Lussac et Thenard, le bore absorbe la moitié de son poids d'oxigène pour devenir acide boracique; en supposant cet acide formé comme la plupart des autres, et en particulier comme l'acide phosphorique avec lequel il paroît avoir le plus d'analogie, de deux volumes d'oxigène et un de radical; il s'ensuivroit que la densité du gaz de bore seroit quadruple de celle de l'oxigène, savoir environ 60, en prenant celle de l'hydrogène pour unité, et par là double de celle du soufre, et triple de celle du phosphore.

On peut confirmer ce résultat par une voie différente. Selon les expériences de John Davy, la densité du gaz fluoborique est 2,435 en prenant pour unité celle de l'air, ou environ 33 en prenant pour unité celle de l'hydrogène. En supposant la densité du gaz acide fluorique 20 comme ci-dessus, et en admettant que le gaz fluo-borique soit composé de volumes égaux d'acide fluorique, et d'acide boracique considéré en état gazeux, et qu'il y ait redoublement dans cette combinaison, il

s'ensuivroit que la densité du gaz de l'acide boracique seroit 66 — 20 = 46; et en supposant celui-ci formé, comme il a été dit, d'un de bore et de deux d'oxigène en volume, avec le redoublement ordinaire, on auroit 92 — 30 = 62 pour la densité du gaz de bore, ce qui s'accorde assez bien, comme on voit, avec le résultat précédent. On peut donc prendre 62 pour cette densité, ou pour la molécule du bore, en attendant des expériences directes plus exactes.

§ III.

Métaux ordinaires.

Je me tiens pour la détermination des densités des gaz de mercure et de fer, aux analogies que j'ai proposées dans mon premier Mémoire. On peut cependant corriger un peu les résultats. J'avois fixé la densité du gaz de mercure à 362 en partant de la composition des oxides de mercure, selon Fourcroy. Comme cette composition n'est pas établie directement sur les expériences de ce chimiste, mais tirée de l'analyse des muriates, il est peut-être plus à propos d'adopter la densité qui résulte immédiatement de celle-ci. En regardant comme chlorine ce que Fourcroy regardoit en partie comme oxigène, en partie comme acide muriatique, 100 parties de mercure en prennent 18,24 de chlorine pour former le mercure doux ou calomel, et 36,37 pour former le sublimé corrosif, ce qui est à peu près le double. En s'en tenant à la première évaluation, qui donneroit pour la seconde 36,48, et supposant que le calomel est formé d'un volume de gaz de mercure et de deux de gaz chlorine, il s'ensuit que la densité du gaz de mercure est 370 en prenant pour unité celle de l'hydrogène, ou environ 27 en prenant pour unité celle de l'air. La supposition que dans le calomel le gaz de mercure prend deux fois son volume de gaz de chlorine, et par conséquent quatre fois dans le sublimé corrosif, tandis que selon les analogies suivies dans notre Essai, dans l'oxide de mercure, le gaz de ce métal ne prend qu'un volume égal au sien de gaz oxigène, et le double dans l'oxide rouge, est conforme aux expériences de M. Davy, selon lequel le mercure prend en effet dans les deux oxides en oxigène, la moitié du volume qu'il prend de gaz chlorine dans les deux muriates. Au reste, l'analyse des mêmes muriates par M. Davy, donneroit pour le gaz de mercure dans les mêmes suppositions, une densité encore un

peu plus grande ; je trouve 392 par le sublimé corrosif, et 408 par le calomel ; il faut attendre des expériences plus exactes à cet égard.

Quant au fer, les dernières expériences de MM. Berzelius et Gay-Lussac nous permettent de rectifier d'une manière assez sûre la densité que nous avions attribuée à son gaz. Selon Berzelius, l'oxide de fer au *minimum* contient 29,5 d'oxigène pour 100 de fer (*Essai sur les Proportions déterminées* etc., dans les *Annales de Chimie*, avril 1811 et suiv.); mais M. Gay-Lussac (*Mémoire sur les oxides de fer*, *Annales de Chimie*, nov. 1811) réduit à 28,3 la quantité d'oxigène que prennent 100 de fer pour former l'oxide au *minimum*, et cette quantité étant à celle de l'oxide rouge comme 2 à 3, c'est cet oxide qu'on doit regarder comme composé d'un volume de gaz de fer et deux d'oxigène, selon ce que j'ai dit dans l'*Essai*. Il en résulte que la densité du gaz de fer, ou la masse de sa molécule est 106 $\frac{1}{2}$ en prenant pour unité celle de l'hydrogène (1).

Cette densité du gaz de fer s'accorde aussi très-bien avec l'analyse du sulfure de fer artificiel par Vauquelin (*Annales de Chimie*, décembre 1811), selon laquelle 100 de métal prennent 28,2 de soufre, c'est-à-dire à peu près la même quantité de soufre, qu'il y a d'oxigène dans l'oxide au *minimum*; car cela doit être en effet ainsi, si l'on suppose que dans ce sulfure il y a volume égal de gaz de fer, et de gaz de soufre, puisque la densité du gaz de soufre est à très-peu près double de celle du gaz oxigène. Au reste, ce sulfure n'exclut pas l'existence du

---

(1) L'oxide dont on vient de parler forme la base de la plupart des sels de fer, c'est l'oxide blanc de M. Thenard ; mais M. Gay-Lussac a en outre établi l'existence d'un autre oxide de fer, savoir l'*oxide noir*, qui contient 37,8 d'oxigène pour 100 de fer, c'est-à-dire le tiers de plus que n'en contient le premier oxide, ensorte que selon nos hypothèses précédentes, cet oxide devroit être formé d'un volume de gaz de fer, et 2 $\frac{2}{3}$ de gaz oxigène, c'est-à-dire que le rapport des deux volumes y seroit de 3 à 8. Cette proportion paroît ne pouvoir être admise directement ; mais en considérant cet oxide, comme formé de 3 volumes du premier oxide et un d'oxigène (en supposant que le volume du premier oxide considéré dans l'état gazeux, soit double de celui du gaz de fer qui y entre, ou égal à celui du gaz oxigene qu'il contient), on auroit une composition du genre de celle que nous avons dû admettre pour l'acide nitreux, et qui offriroit, comme il est facile de voir, la proportion indiquée. On ramèneroit ainsi cet oxide à la théorie des proportions simples.

sulfure examiné par Proust, Berzelius, etc., et qui doit contenir deux volumes de gaz de soufre pour un volume de gaz de fer, et par là 56,4 de soufre sur 100 de fer, ce qui s'accorde à peu près avec les expériences. Enfin le sulfure de soufre naturel, ou pyrite martiale, doit contenir quatre volumes de gaz de soufre sur un de gaz de fer, puisque Proust y a trouvé 111 de soufre sur 100 de fer, ce qui est à peu près le quadruple de 28,2.

Je placerai ici à la suite du fer un autre métal qui paroît avoir des ressemblances avec lui, et dont la densité du gaz paroît aussi être peu différente : c'est le manganèse, selon Berzelius (Mém. sur l'Oxidation de différens métaux, *Annales de Chimie*, août 1812 et août 1813). Abstraction faite d'un premier oxide fort douteux, ce métal a quatre oxides dans lesquels 100 parties de métal en prennent 14, 28, 42 et 56 d'oxigène. Ces nombres sont entre eux comme 1, 2, 3 et 4, et on peut naturellement supposer qu'ils expriment les volumes de gaz oxigène que prend successivement un volume de gaz de manganèse : d'après cela, la densité de gaz se trouve être 107,6, en prenant pour unité celle de l'hydrogène.

J'avois trouvé 198 pour la molécule ou densité du gaz d'argent, en supposant que l'oxide d'argent, qui fait la base des sels de ce métal, contînt 7,6 d'oxigène pour 100 de métal, et l'oxide formé de volumes égaux de gaz oxigène et de gaz métallique.

Il paroît que ce qu'on a de plus exact à présent pour déterminer cette densité, est l'analyse du muriate d'argent par M. Berzelius ; selon cette analyse (*Essai sur les Proportions déterminées*, etc.) 100 d'argent en forment 132,7 de ce sel, et prennent, par conséquent, 32,7 de chlorine. En supposant ce sel formé de deux volumes de gaz chlorine sur un de gaz métallique (ce qui est conforme à l'analogie établie par les expériences de Davy entre les oxides et les muriates, par laquelle les métaux prennent le double de chlorine que d'oxigène en volume) ; on trouve que la densité du gaz d'argent doit être 206,36. D'après cette densité dans l'oxidule d'argent, 100 d'argent devroient prendre 7,303 seulement d'oxigène, au lieu de 7,6. Berzelius a trouvé par expérience, 7,44. Il a aussi déterminé avec beaucoup de soin la composition du sulfure d'argent ; selon lui, 100 d'argent y prennent 14,9 de soufre : en le supposant formé de volumes égaux de gaz de soufre et de gaz métallique, notre évaluation de la densité du gaz de l'argent, comparée à celle du gaz de soufre, donneroit 14,8 de soufre pour 100 d'argent.

Les expériences de Berzelius sur les oxides de l'or, paroissent nous permettre d'établir aussi la densité du gaz de ce métal. Selon ces expériences, l'oxide d'or brun-noirâtre, qui fait la base de la plupart des sels d'or, contient 12,077 parties d'oxigène sur 100 d'or : il y a un autre oxide qui n'en contient que le tiers, savoir 4,026, et probablement un intermédiaire qui doit en contenir deux fois autant que celui-ci, savoir 8,05. On peut supposer d'après cela, qu'un volume de gaz d'or prend pour former ces oxides, un, deux et trois volumes de gaz oxigène, et conséquemment la densité du gaz de l'or, où la masse de sa molécule se trouve être environ 374, en prenant pour unité celle de l'hydrogène, et ainsi peu différente de celle du mercure.

J'avois évalué à 206 la molécule du plomb, ou la densité de son gaz, en partant de la composition de l'oxide de plomb au *minimum*, selon M. Berthier, savoir de 7,29 d'oxigène pour 100 de métal, et en supposant que cet oxide fût formé de volumes égaux de gaz métallique et de gaz oxigène, comme les oxides au *minimum* de mercure et d'argent. Selon les expériences de Berzelius, cet oxide contient un peu plus d'oxigène, savoir 7,7 pour 100 de métal; il en résulteroit pour la densité du gaz de plomb, environ 196 seulement, en suivant la même supposition sur les volumes. Mais les autres résultats du travail de Berzelius sur les différens degrés d'oxigénation du plomb, nous portent à supposer que cet oxide au *minimum* est déjà composé de deux volumes de gaz oxigène sur un de gaz métallique, et que par conséquent la densité de ce dernier doit être portée au double, savoir à 391 $\frac{1}{2}$. En effet, Berzelius a trouvé que les quantités d'oxigène pour un poids donné de métal dans les trois oxides, jaune, rouge et brun, sont entre elles comme les nombres 2, 3 et 4; ensorte que la supposition la plus naturelle sur les volumes, est que dans ces trois oxides un volume de gaz de plomb prend 2, 3 et 4 volumes de gaz oxigène, sans quoi il faut admettre des nombres fractionnaires. Ainsi la densité du gaz de plomb seroit un peu plus grande que celle du gaz de mercure, et même de l'or. Cette densité du gaz de plomb s'accorde avec les analyses les plus exactes du sulfure de plomb, en le supposant formé de deux volumes de gaz de soufre sur un de gaz de plomb; car elle donne pour 100 parties de sulfure 13,5 de soufre et 86,5 de plomb, ce qui tient un milieu entre l'analyse de Berzelius qui donne 13,36 de soufre, et celle de M. Vauquelin, qui donne 13,77 de soufre pour 100 de sulfure.

La densité 123 que j'avois attribuée dans l'*Essai* au gaz de cuivre

cuivre, étoit fondée sur ce que, d'après les expériences de M. Gay-Lussac, ce métal prend 12, 28 et 24,57 pour cent d'oxigène, pour former ses deux oxides, et sur la supposition qu'un volume de gaz de cuivre prenne un volume de gaz oxigène dans le premier, et deux dans le second. Selon Berzelius ce serait 25 d'oxigène pour 100 de métal dans l'oxide au *maximum*, ce qui diffère très-peu du résultat de Gay-Lussac.

Selon les expériences, soit de Berzelius (*Mém. sur l'Oxidation, etc.*), soit de Gay-Lussac (*Ann. de Chimie*, nov. 1811), l'oxide blanc d'étain contient 27,2 d'oxigène pour 100 de métal; l'oxide qui fait la base des sels ne contient que la moitié de cette quantité, et Berzelius a trouvé un autre oxide intermédiaire, ensorte que les quantités d'oxigène des trois oxides forment la série 2, 3 et 4, comme pour le plomb; il faut donc croire qu'ils contiennent respectivement pour un volume de gaz métallique, 2, 3 et 4 volumes d'oxigène, et en conséquence la densité du gaz d'étain se trouve être 221,6, ou 222 en nombre rond. Selon les expériences de Berzelius, il y a trois sulfures d'étain, dans lesquels les quantités de soufre présentent une série semblable à celles de l'oxigène des trois oxides; mais chacune est à peu près double en poids de celle d'oxigène qui lui répond, comme la densité du gaz de soufre est double de celle du gaz oxigène. D'après cela, ces trois sulfures, entièrement analogues aux trois oxides, contiendront aussi 2, 3 et 4 volumes de gaz de soufre pour un de gaz d'étain.

L'antimoine a aussi, selon les analyses de Berzelius, trois oxides qui forment une série analogue à ceux de l'étain ; le dernier ou le plus oxigéné contient 37,2 d'oxigène pour 100 de métal. D'après cela, en supposant ces trois oxides formés en volume comme ceux de l'étain, la densité du gaz d'antimoine doit être environ 162, en prenant toujours pour unité celle de l'hydrogène. Le sulfure d'antimoine qui, selon l'analyse du même chimiste, contient 37,5 de soufre sur 100 d'antimoine, doit être formé de deux volumes de soufre sur un de gaz d'antimoine, et être ainsi analogue au premier oxide.

Il paroît bien établi que les quantités d'oxigène qui se joignent à une quantité donnée d'arsenic pour former l'oxide blanc et l'acide arsenique, sont entre elles comme 2 à 3; ensorte qu'il est probable que l'oxide blanc est formé de deux volumes d'oxigène pour un de gaz métallique. Maintenant, selon les analyses connues, la quantité d'oxigène contenue dans l'arsenic blanc, est à

peu près le tiers du métal en poids, d'où l'on pourroit déduire la densité du gaz d'arsenic; mais comme il peut y avoir quelque incertitude en plus ou en moins à cet égard, le moyen le plus exact que nous ayons de déterminer la densité du gaz de ce métal, est peut-être l'analyse du sulfure d'arsenic artificiel. La plus soignée paroît être celle de M. Laugier, qui l'a trouvé composé de 58 de métal et 42 de soufre (*Annal. de Chimie*, janv. 1813), ce qui s'éloigne peu du résultat de Vauquelin, 57 métal et 43 soufre. En admettant celui de Laugier, et supposant que ce sulfure est composé de deux volumes de soufre sur un de gaz métallique, on obtient pour la densité cherchée, environ 89, nombre qui s'accorde assez bien avec celui qui seroit fourni par l'analyse de l'oxide; en effet d'après cette densité, 100 d'arsenic devroient prendre dans l'oxide blanc 35,7 environ d'oxigène, au lieu de 33,3 qui seroit le tiers juste. Berzelius, en partant de l'analyse de l'*arsenite de plomb*, avoit trouvé par la théorie des proportions déterminées, que 100 de métal doivent prendre dans l'oxide blanc 34,3 d'oxigène; ce résultat diffère peu du nôtre, et supposeroit que la densité du gaz d'arsenic fût 88, en prenant pour unité celle de l'hydrogène. On pourroit aussi calculer par les arseniates; mais je n'entrerai pas, pour ce moment, dans les discussions un peu compliquées que cela exigerait, et je m'en tiendrai au résultat que fournit plus directement le sulfure.

Je m'abstiendrai aussi, pour le moment, d'étendre ces calculs aux autres métaux, soit parce qu'on n'a pas encore des analyses aussi exactes que les précédentes de leurs oxides, sulfures, etc., soit parce que quelques-uns ne présentent dans ces combinaisons qu'une seule proportion bien déterminée, et laissent par conséquent en doute sur l'application de la théorie des volumes.

§ IV.

Métaux des Alcalis et des Terres.

On a déjà vu dans mon *Essai*, que d'après la composition de la potasse en poids, établie par M. Davy, la densité du gaz de potassium seroit environ 80 (en prenant pour unité celle de l'hydrogène), en la supposant formée de volumes égaux de gaz de potassium et de gaz oxigène. Cette supposition sur la constitution de la potasse me paraît actuellement la plus probable; car d'un côté, on ne pourroit supposer deux volumes de gaz oxigène, sur un seulement de gaz de potassium, sans porter la densité de

ce dernier gaz, ou la molécule du potassium au double 160, ce qui ne paroît guère admissible pour une substance si légère dans son état solide; d'un autre côté, si on supposoit un demi-volume seulement de gaz oxigène sur un de gaz de potassium, l'oxide au *maximum* de potassium découvert par MM. Gay-Lussac et Thénard, et qui contient trois fois autant d'oxigène que la potasse, présenterait un volume et demi de gaz oxigène combiné avec un volume de gaz de potassium, ce qui s'écarte de la simplicité ordinaire des combinaisons en volume. Il ne s'agit donc plus que de déterminer plus exactement la composition de la potasse en poids, pour avoir la véritable densité du gaz de potassium. Selon les expériences directes de M. Davy, la potasse est composée de 0,156 d'oxigène et 1,844 de potassium; selon celles de M. Berzelius, de 0,18 d'oxigène et 0,82 de potassium; mais ce dernier, en appliquant la théorie des proportions déterminées au sulfate et au muriate de potasse qu'il a analysés avec soin, trouve qu'elle doit être composée de 16,978 d'oxigène et 83,022 de potassium pour cent. En effet, en calculant par le sulfate de potasse, dont Berzelius a fixé la composition à 46,214 acide et 53,786 potasse, je trouve, en suivant les mêmes suppositions que Berzelius sur la constitution de ce sel, et en me servant des évaluations des densités des gaz établies dans ce mémoire, que 100 de potasse doivent être composés de 17,1 d'oxigène et 82,9 de potassium, résultat peu différent de celui de Berzelius (1). On peut donc prendre en nombre rond 17 oxigène et 83 potassium pour la composition de la potasse, et cela donne à peu près 74 pour la densité du gaz de potassium au lieu de 80. Quant au muriate de potasse, Berzelius le considère dans son calcul comme formé d'acide muriatique et de potasse, au lieu que selon les idées de Davy que nous suivons ici, il est composé de potassium et de chlorine; mais le résultat auquel on parviendrait directement dans cette dernière supposition, est encore le même, abstraction faite des différences dans les évaluations des molécules : en effet je trouve que la composition du muriate de potasse, que Berzelius a fixée à 36,565, acide pur et 63,434 potasse, répond dans notre Théorie, à 47,10

---

(1) Voici comment on peut calculer par les sulfates en général la quantité d'oxigène de la base, en supposant, comme Berzelius l'établit, que l'acide y contienne trois fois autant d'oxigène que la base. On obtiendra d'abord la quantité d'oxigène de la base, qui répond à une quantité donnée *a* d'acide, par cette

chlorine et 52,90 potassium (2), ce qui donnerait 75,78 pour la densité du gaz de potassium, en supposant le muriate formé de deux volumes de gaz chlorine contre un de gaz de potassium, toujours conformément à la relation découverte par Davy entre les oxides et les muriates. Cette densité donneroit pour la composition calculée de 100 de potasse, 16,6 oxigène et 83,4 potassium.

Selon les expériences directes de Davy, la soude seroit composée de 25,4 oxigène et 74,6 de métal; selon celles de Berzelius, elle le seroit de 27,63 oxigène et 72,37 de métal. Mais Berzelius, d'après un calcul tiré de la composition du sulfate de soude et du muriate de soude, analogue à celui qu'il a fait pour la potasse, trouve qu'elle doit être composée de 25,6617 oxigène et 74,3383. Il paroît d'après cela, qu'on peut prendre à très-peu près en nombre rond 25 oxigène et 75 sodium, c'est-à-dire 1 oxigène et 3 sodium en poids. La quantité d'oxigène étant ici beaucoup plus forte que pour la potasse, on voit que si l'on supposoit à la soude une composition analogue à celle que nous avons attribuée à la potasse, savoir volumes égaux de gaz métallique et d'oxigène, il s'ensuivroit que la densité du gaz de sodium ne seroit presque que la moitié de celle du gaz de potassium, ce qui ne paroît guère probable pour des substances si semblables dans leurs propriétés. Il paroît donc qu'il faut supposer que la soude est formée de deux

---

proportion :

$$30,542+3\times 15,074:074::a:x,$$

ou

$$75,764:15,074::a:x=0,199,a.$$

On aura donc cette quantité à très-peu près, en multipliant par 0,2 celle de l'acide, et en la comparant à celle de la base, on en déduira la composition. Ainsi, dans le cas du sulfate de potasse, on a $46,214 . 0,2 = 9,2$ environ pour la quantité d'oxigène contenue dans 53,786 de potasse, ce qui donne pour 100 de potasse, 17,1 oxigène et 82,9 de potassium, comme il est dit dans le texte.

(2) En appelant a une quantité d'acide muriatique à la manière dont l'entend Berzelius, et x la quantité de chlorine qu'elle suppose dans la combinaison, on a pour déterminer x cette proportion :

$$33,74-7,54:33,74::a:x,$$

car la quantité supposée a d'acide muriatique est ce qui resteroit de la quantité de chlorine x, en en retranchant un volume d'oxigène, égal à la moitié de celui de cette quantité de gaz chlorine. Cela donne $x = a$.,288; les 36,57 d'acide du muriate de potasse supposent donc $36,57\times 1,288$, ou 47,10 de chlorine dans 100 de muriate.

volumes d'oxigène sur un de gaz de sodium, et alors on a la densité du gaz de sodium (d'après la composition ci-dessus de la soude en poids) égale à environ six fois celle de l'oxigène, c'est-à-dire 90, en prenant pour unité celle du gaz hydrogène, et ainsi un peu plus forte que celle du gaz de potassium, comme les propriétés comparées de ces deux substances auraient pu le faire conjecturer. En calculant la composition du muriate de soude selon Berzelius, savoir 46,5596 d'acide muriatique, et 53,4404 de soude, je trouve qu'elle répond, à très-peu près, à 60 chlorine et 40 sodium, ce qui s'accorde très-bien avec la densité 90 du gaz de sodium, pourvu qu'on suppose que cette combinaison est formée de quatre volumes de gaz chlorine sur un de gaz de sodium, ensorte que la relation établie par Davy, entre les muriates et les oxides, se maintienne encore ici.

On observera que selon les expériences de MM. Gay-Lussac et Thénard, le sodium n'absorbe pour former son oxide au *maximum*, qu'une fois et demie la quantité d'oxigène qu'il prend pour former la soude, ce qui dans notre hypothèse fait trois volumes d'oxigène pour un de gaz de sodium; cela rend la constitution de cet oxide du sodium semblable à celle de l'oxide au *maximum* de potassium, qui contient une quantité d'oxigène triple de celle nécessaire pour former la potasse. On peut regarder ceci comme une confirmation de la différence de constitution que nous avons établie entre la potasse et la soude.

On peut déduire la densité du gaz de calcium de la composition du muriate de chaux, et celle de quelques autres sels. Berzelius a trouvé pour dernier résultat le muriate de chaux composé d'acide muriatique 48,883, chaux 51,117, d'où il conclut que la chaux contient 39,2 d'oxigène pour 100 de calcium; je trouve en calculant d'après nos idées, que cette composition du muriate répond à 62,96 chlorine et 37,04 calcium, ce qui donne 79,4 pour la densité du gaz de calcium, en supposant quatre volumes de chlorine sur un de gaz métallique, comme dans le muriate de soude. D'après cela, 100 de calcium devroient prendre 37,97 d'oxigène pour former la chaux, en supposant celle-ci formée de deux volumes de gaz d'oxigène et un de gaz métallique, comme la soude. D'un autre côté, en appliquant la théorie des propriétés déterminées à la composition du carbonate de chaux (56,4 chaux et 43,6 acide, selon Berzelius), je trouve que la chaux doit contenir à très-peu près 39 d'oxigène pour 100 de calcium (1), ce qui

(1) Je suppose, comme Berzelius, que les carbonates contiennent en général

77,3 pour la densité du gaz de calcium. On peut d'après cela, supposer en nombre rond 39 d'oxigène sur 100 de calcium dans la chaux, et 77 pour la densité du gaz de ce métal, en prenant pour unité celle du gaz hydrogène. Cette densité seroit donc un peu plus forte que celle du gaz de potassium.

Berzelius a trouvé le sulfate de magnésie composé d'acide sulfurique 66,64, magnésie 33,36; on en déduit par la théorie des proportions déterminées, que la magnésie doit contenir à peu près 40 d'oxigène et 60 de magnesium. Cependant Berzelius observe que d'après une autre expérience sur la composition du sulfate, la magnésie ne contiendrait que 38,8 d'oxigène, et d'après une analyse du muriate de magnésie d'Hisinger, 38,3 seulement; il paroît qu'on peut prendre en conséquence par une moyenne, 39 d'oxigène dans 100 de magnésie. En supposant que cette terre soit composée, comme la soude et la chaux, de deux volumes d'oxigène sur un de gaz métallique, il s'ensuivroit que la densité du gaz de magnesium seroit environ 47, en prenant pour unité celle de l'hydrogène. Cette densité peut paroître un peu petite relativement à celle du sodium, du calcium et du potassium; mais on ne pourroit la doubler sans supposer que dans la magnésie un volume de magnesium prît quatre volumes de gaz oxigène ce qui ne paroît pas probable, et d'ailleurs la magnésie a des propriétés assez différentes de celles de la chaux, avec laquelle on pourroit surtout la comparer, pour laisser croire que la densité du gaz de magnesium, ou la masse de sa molécule est notablement différente de celle du calcium.

On n'a encore pour la détermination de la densité du gaz de barium, que des expériences indirectes. Berzelius a calculé la composition de la baryte d'après celle du muriate de baryte; son dernier résultat est que ce sel est composé d'acide muriatique 26,2272, baryte 73,7728; il en conclut que la baryte contient 11,696 d'oxigène pour 100 de métal. Je trouve que cette composition suppose dans le muriate de baryte 33,78 chlorine et 66,22 barium; que d'après cela la densité du gaz de barium doit être

---

dans leur acide le double de l'oxigène de la base. On a d'après cela, la quantité d'oxigène x, que suppose dans la base une quantité a d'acide carbonique, par la proportion

$$11,36+30,15:15,074::a:x=0,363.a.$$

Ainsi la quantité d'oxigène contenue dans 56,4 de chaux, doit être $43,6\times 0,363$, ou 15,8, d'où l'on tire le résultat indiqué pour 100 de calcium.

264,6 en prenant pour unité celle de l'hydrogène, en supposant quatre volumes de gaz chlorine sur un de gaz de barium ; et je déduis de là, que 100 de barium doivent prendre 11,4 d'oxigène, pour former la baryte, en supposant celle-ci formée comme la soude, la chaux, etc. de deux volumes d'oxigène sur un de gaz métallique, résultat peu différent de celui du calcul de Berzelius. En calculant par le sulfate de baryte qui, selon Berzelius, contient par une moyenne 34,4 d'acide et 65,6 de baryte, je trouve que dans la baryte 100 de barium doivent prendre 11,7 d'oxigène; d'où l'on déduit dans la même hypothèse que ci-dessus, la densité du gaz de barium 257,6. En prenant un milieu, il paroît donc qu'on peut fixer la densité du gaz de barium à 261, et la quantité d'oxigène que prennent 100 de barium dans la baryte, à 11 $\frac{1}{2}$.

Cette densité si considérable du gaz de barium s'accorde avec la densité de la baryte en son état solide, comparativement aux autres terres alcalines. Celle du gaz de strontium paroît devoir être plus petite. D'après l'analyse du carbonate de strontiane de M. Bérard, je trouve que 100 de strontiane doivent contenir 13,02 d'oxigène et 86,98 de strontium, ce qui donne 201 pour la densité du gaz de strontium, en supposant dans la strontiane deux volumes d'oxigène sur un de gazmétallique.

Berzelius a trouvé le sulfate d'alumine, sans alcali, composé d'acide sulfurique 70,066, alumine 29,934, d'où il conclut par l'application de la théorie des proportions déterminées, que l'alumine contient 46,726 d'oxigène pour 100. Je trouve, en calculant d'après les bases adoptées précédemment, et en supposant ce sel analogue au sulfate de soude, 46,8 d'oxigène pour 100 d'alumine : cela donne 34,28 pour la densité du gaz d'aluminium, en supposant dans l'alumine deux volumes d'oxigène sur un de gaz métallique : c'est un peu plus que la densité du gaz de soufre.

On a sur la composition de la silice des expériences directes. Selon celles de Stromeyer, elle seroit composée de 46 silicium et 54 oxigène : selon celles de Berzelius, de 52 silicium et 48 oxigène. Mais ces analyses ne sont pas susceptibles d'une grande exactitude ; nous chercherons à en vérifier le résultat par la constitution du gaz acide fluorique silicé, selon les expériences de John Davy. Il a trouvé que la densité de ce gaz acide est 3,574 en prenant pour unité celle de l'air, ce qui revient à 48,82 en prenant pour unité celle de l'hydrogène. Comme nous avons fixé précédemment la densité du gaz acide fluorique pur à 20,08 en parties de cette dernière unité, il en résulte, en supposant le gaz acide fluorique

silicé composé de volumes égaux de gaz acide fluorique et de gaz de silice, sans redoublement dans la combinaison, que la densité du gaz de silice serait 48,82 — 20,08 = 28,74. En supposant la silice formée de deux volumes de gaz oxigène sur un de gaz de silicium, et avec le redoublement ordinaire aux combinaisons binaires, il s'ensuit que la densité du gaz de silicium seroit.... 2.28,74 — 30,15 = 27,33, et par là moindre que celle du gaz de soufre. Cela donne pour la composition de la silice en poids, 47,5 silicium et 52,5 oxigène, résultat approchant de celui de Stromeyer.

La petite densité de ces gaz d'aluminium et de silicium (qu'on ne pourroit doubler sans admettre dans l'alumine et la silice quatre volumes d'oxigène pour un de gaz métallique) ne doit pas étonner dans des substances dont les oxides ont tant de cohésion, après l'exemple du carbone et du diamant. On va voir, à cet égard, dans les Considérations générales, les conjectures que j'ai promises. Au reste, la petitesse de la molécule de la silice, et par là du silicium, est comme annoncée par la facilité avec laquelle la silice passe à l'état de gaz avec l'acide fluorique, de même que la petitesse de celle du carbone l'est par la forme gazeuse de l'acide carbonique.

§ V.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Si l'on compare entre elles toutes les densités des gaz, ou masses de molécules des corps simples, que nous avons déterminées soit dans l'*Essai*, soit dans ce Mémoire, on pourra remarquer que l'ordre qu'elles présentent paroît se lier, jusqu'à un certain point, avec deux propriétés différentes des corps, savoir avec leur agrégation ou cohésion en général, et avec la densité ou poids spécifique de celles qui ont la forme solide ou liquide. En effet on observera qu'en général les corps qui ont la plus petite molécule, sont gazeux ou facilement gazéfiables, et que les autres montrent d'autant moins de cohésion que leur molécule est plus petite; et que parmi les corps en état solide ou liquide, les corps plus pesans, par exemple les métaux ordinaires, sont en général ceux qui ont la plus grande molécule. Il étoit d'ailleurs facile de prévoir par raisonnement, que cela devroit être ainsi. Néanmoins il y a des exceptions nombreuses à l'une et à l'autre de ces règles. Et d'abord, quant au poids specifique des substances solides ou liquides, on voit le potassium et le sodium présenter des corps

très-

très-légers, quoique leur molécule soit assez considérable; l'étain est plus léger que les autres métaux les plus connus, quoique la masse de ses molécules soit des plus grandes selon notre estimation; le mercure a une densité beaucoup moindre que l'or, quoiqu'il en approche par la grosseur de la molécule; le plomb a une densité peu différente de celle de l'argent, tandis que sa molécule est la plus considérable de toutes. Quant aux exceptions relatives à la cohésion, elles sont présentées principalement par le carbone qui a une grande cohésion, quoique sa molécule soit très petite; par le chlorine, qui est gazeux, quoique sa molécule soit plus grande que celle du soufre et du phosphore, et par le silicium et l'aluminium qui offrent beaucoup de cohésion dans leurs oxides, quoique leur molécule soit assez peu considérable.

En considérant les corps qui présentent les exceptions à la règle des densités, je crois voir qu'elles dépendent de la différence d'*oxigénicité* (*voyez* sur cette propriété des corps, mon Mémoire inséré dans le *Journal de Physique*, tome LXIX, et mes Réflexions sur la Théorie de Berzelius, *Annal. de Chimie*, septemb. 1813); savoir, que les corps plus oxigéniques sont plus denses dans leur état solide ou liquide à molécule égale, probablement parce que ces corps ont moins d'affinité pour le calorique. Ainsi le potassium et le sodium, corps fort peu oxigéniques, ou très-*basiques* (comme leur grande affinité pour l'oxigène, et l'alcalinité de leurs oxides l'indique), doivent, par cette raison, présenter une grande légéreté spécifique; de même l'étain, le mercure et le plomb auront dans leur état solide, moins de densité qu'ils ne devroient en avoir par la grosseur de leur molécule, comparée à celle de l'argent et de l'or, parce qu'ils sont beaucoup moins oxigéniques, ou plus électro-positifs que ces derniers métaux.

Quant aux exceptions relatives à l'agrégation et à la cohésion, je soupçonne que la solidité et la grande cohésion de quelques substances à molécules peu considérables, comme du carbone, du silicium et de l'aluminium, doit être en partie attribuée à ce que leurs molécules soient d'une forme alongée, ensorte que quoique leur attraction soit moindre entre elles en raison de la petitesse de la masse, elles peuvent néanmoins s'attirer à une distance plus grande des centres, par leurs extrémités plus rapprochées; d'où il suit qu'elles se réuniront en état solide, lorsque la distance de ces centres seroit d'ailleurs encore trop grande pour que leurs masses supposées condensées dans ces centres, pussent exercer leur attraction, et que les substances dont il s'agit mon-

treront dans cet état une grande cohésion et dureté par la position déterminée que ces molécules devront prendre nécessairement. On peut supposer, au contraire, que les substances qui restent gazeuses à la température et pression ordinaires, malgré la grosseur assez considérable de leurs molécules, comme le chlorine, ont ces molécules de forme globuleuse, et ne s'attirent en conséquence qu'en raison de leur masse, et de tout côté également; et cela peut s'appliquer aussi aux corps liquides qui ont des molécules de plus grande masse, comme le mercure. Les expériences de M. Davy sur les effets de la chaleur énorme produite par le courant électrique des grands appareils voltaïques, nous présentent, par rapport au carbone, un fait qui s'accorde assez bien avec cette idée; c'est que le charbon et le diamant s'y vaporisent sans passer par l'état liquide : on conçoit en effet que si les molécules de cette substance sont très-alongées, elles ne pourront jamais acquérir, tant que leur attraction subsiste, la mobilité en tout sens, ou l'indifférence à changer de position, qui caractérise les liquides. On prévoit aussi que quelques-unes des substances dont la cohésion est due à cette circonstance, pourront la perdre dans leurs combinaisons, parce que le partage des molécules qui s'y fait ordinairement, aura lieu sur la longueur; ensorte que les molécules partagées se rapprocheront davantage de la forme globuleuse, et permettront au corps de prendre pour l'agrégation la place que lui assignera le degré de grosseur de sa molécule composée : c'est ce qu'on a vu dans quelques combinaisons du carbone et de la silice. On pourra expliquer d'une manière inverse le cas le plus ordinaire de la condensation des corps composés de gaz, en liquides et en solides, indépendamment de la masse des molécules composées.

Quant à la constitution générale des corps composés, ceux parmi les composés binaires que nous avons eu occasion d'examiner dans ce Mémoire, et qu'on peut avoir en état gazeux, présentent en général, selon les hypothèses que nous avons suivies, le redoublement de volume, relativement à la substance qui y entre en moindre volume, ou la division de la molécule que nous avions remarquée dans notre *Essai*, comme le cas le plus ordinaire. Nous n'en avons vu d'exceptions que dans le gaz oléfiant et le gaz euchlorine. La loi du simple redoublement s'observe même dans quelques composés ternaires, ensorte qu'il n'y ait point de redoublement ultérieur dans la combinaison d'un composé binaire qui a déjà subi le redoublement, avec une troisième substance, ou

avec un autre composé binaire qui ait aussi subi lui-même son redoublement. C'est ce qu'on peut observer dans le gaz phosgène de John Davy, composé de chlorine et de gaz oxide de carbone, dans la liqueur de Lampadius, et dans l'acide fluorique silicé, selon nos suppositions; mais il y auroit redoublement ultérieur dans la formation du gaz acide fluo-borique, du moins selon l'hypothèse que nous avons adoptée, et par conséquent quadruplication du volume total, ou division de la molécule en quatre. On ne pourra établir des lois générales à cet égard, que lorsqu'on connoîtra un plus grand nombre de ces composés à l'état gazeux.

NOTE ADDITIONNELLE.

Je vois par un Extrait des *Élémens de Chimie agricole* de M. H. Davy, qui se trouve dans la *Bibliothèque Britannique*, cahier de novembre 1813, que les évaluations de ce chimiste s'accordent maintenant avec les miennes, relativement à la molécule de la plupart des substances, ou, comme il s'exprime, à *la moindre proportion* dans laquelle les corps entrent dans les combinaisons, quoiqu'il n'ait pas fait usage de mon hypothèse sur la constitution des gaz. Ainsi il admet dans l'eau deux proportions d'hydrogène et une d'oxigène; et représente, en conséquence par 15, la molécule de l'oxigène, en prenant celle de l'hydrogène pour unité, et s'éloigne en cela de l'opinion de Dalton, qui supposoit dans l'eau ces deux élémens unis molécule à molécule, et par conséquent évaluoit à 7 $\frac{1}{2}$ la molécule de l'oxigène. Il trouve 11,4 pour le nombre qui représente le carbone, 75 pour le potassium, 398 pour le plomb, 103 pour le fer, 113 pour le manganèse, etc., et il admet, en conséquence, pour les combinaisons de ces substances avec l'oxigène, les mêmes rapports que nous entre les nombres des molécules. Rien n'est plus propre à confirmer l'hypothèse d'où je suis parti, que cette conformité des résultats auxquels on parvient soit par cette hypothèse, soit par la simple considération des doses des substances dans les combinaisons, conformité qui devient d'autant plus marquée, qu'on perfectionne davantage cette dernière méthode. M. Davy s'écarte de mon avis relativement à la chaux, et probablement aussi relativement aux autres terres et à la soude, qu'il considère comme formées, de même que la potasse, d'une proportion de métal et une d'oxi-

gène, tandis que j'y en suppose deux de cette dernière substance : j'ai exposé les motifs de probabilité sur lesquels est fondée mon opinion, dont la fausseté ne porteroit d'ailleurs aucune atteinte à la théorie générale. Au reste on trouvera sans doute toutes les évaluations des masses des molécules, selon M. Davy, rassemblées dans ses *Élémens de Philosophie chimique*, ouvrage dont je n'ai vu encore qu'un commencement d'extrait dans la *Bibliothèque Britannique*.

ESSAI PHILOSOPHIQUE
SUR LES PROBABILITÉS,

PAR M. LE COMTE LAPLACE.

« CET Essai, dit l'auteur, est le développement d'une leçon sur les probabilités, que je donnai en 1795 aux Ecoles normales, où je fus appelé comme professeur, et qui parut dans le Journal des séances de ces Ecoles. J'ai publié depuis peu, sur le même sujet, un ouvrage ayant pour titre : *Théorie analytique des Probabilités.* J'expose ici, sans le secours de l'analyse, les principes et les résultats généraux de cette Théorie ; en les appliquant aux questions les plus importantes de la vie, qui ne sont en effet, pour la plupart, que des problèmes de probabilités. On y verra, sans doute avec intérêt, qu'en ne considérant même dans les principes éternels de la raison, de la justice et de l'humanité, que les chances heureuses qui leur sont constamment attachées; il y a un grand avantage à les suivre, et de graves inconvéniens à s'en écarter : ces chances, comme celles qui sont à l'avantage des loteries, finissant toujours par prévaloir au milieu des oscillations du hasard. Je desire que les réflexions répandues dans cet Essai, puissent mériter l'attention des philosophes et la diriger vers un objet si digne de les occuper. »

M. le comte Laplace expose avec beaucoup d'étendue, les principes généraux du calcul des probabilités, et ses applications les plus curieuses et les plus importantes, aux jeux, aux lois de probabilité qui résultent de la multiplication indéfinie des événe-

mens, à la recherche des phénomènes et de leurs causes, aux milieux qu'il faut choisir entre les résultats d'un grand nombre d'observations, aux tables de mortalité et aux établissemens qui en dépendent, à l'inoculation, aux choix et aux décisions des assemblées. Il développe les causes d'illusion qui souvent nous trompent dans l'estimation des probabilités, et les divers moyens d'approcher de la certitude. Il termine son ouvrage par une Notice historique *sur* le calcul des probabilités dont l'invention, due aux deux grands géomètres, Pascal et Fermat, peut être mise au nombre des choses remarquables qui ont illustré le dix-septième siècle, celui de tous les siècles qui fait le plus d'honneur à l'esprit humain. Il suit rapidement les progrès de ce calcul jusqu'au moment actuel, et il finit ainsi sa Notice :

« On peut voir par cet Essai, que la théorie des probabilités n'est au fond que le bon sens réduit au calcul : elle fait apprécier avec exactitude, ce que les esprits justes sentent par une sorte d'instinct, sans qu'ils puissent souvent s'en rendre compte. Si l'on considère les méthodes analytiques auxquelles cette théorie a donné naissance, la vérité des principes qui lui servent de base, la logique fine et délicate qu'exige leur emploi dans la solution des problèmes, les établissemens d'utilité publique qui s'appuient sur elle, et l'extension qu'elle a reçue et qu'elle peut recevoir encore par son application aux questions les plus importantes de la philosophie naturelle et de l'économie politique; si l'on observe ensuite que dans les choses mêmes qui ne peuvent être soumises au calcul, elle donne les apperçus les plus sûrs qui puissent nous guider dans nos jugemens, et qu'elle nous apprend à nous garantir des illusions qui souvent nous égarent ; on verra qu'il n'est point de science plus digne de nos méditations, et dont les résultats soient plus utiles. »

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.			BAROMÈTRE MÉTRIQUE.			THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI.	
	heures. o	heures. o		heures. mill.	heures. mill.	mill.	o
1	à midi + 2,40	à 7 ¾ m. — 1,00	+ 2,40	à 9 s. 747,50	à 7 ¾ m. 744,32	744,90	4,5
2	à 3 s. + 3,75	à 7 ¾ m. — 0,50	+ 3,25	à 7 ¾ m. 747,16	à 9 ½ s. 737,72	744,56	5,1
3	à midi + 8,12	à 7 ¾ m. + 3,25	+ 8,12	à 10 s. 737,26	à 7 ¾ m. 735,48	735,88	7,6
4	à midi + 5,25	à 11 s. + 2,50	+ 5,25	à 10 s. 742,20	à 7 ¾ m. 738,50	739,00	6,0
5	à 3 s. + 6,00	à 7 ¾ m. + 2,00	+ 4,50	à 11 s. 749,50	à 7 ¾ m. 747,10	747,90	6,4
6	à 3 s. + 3,65	à 7 ¾ m. + 1,00	+ 3,12	à 10 s. 752,44	à 7 ¾ m. 751,40	751,70	6,0
7	à 3 s. + 5,65	à 7 ¾ m. + 1,00	+ 3,25	à 10 s. 751,80	à 6 s. 751,18	751,36	5,2
8	à 3 s. + 5,75	à 9 ½ s. + 2,75	+ 5,00	à 9 ½ s. 756,80	à 7 ¾ m. 753,56	754,70	6,0
9	à midi + 5,50	à 7 ¾ m. + 3,50	+ 5,50	à 7 ¾ m. 755,70	à 10 s. 754,50	755,08	5,8
10	à 3 s. + 4,75	à 7 ¾ m. + 2,00	+ 3,75	à 10 s. 757,70	à 7 ¾ m. 754,20	755,00	4,8
11	à 3 s. + 0,85	à 7 ¾ m. — 1,50	+ 0,50	à 9 ¾ s. 761,90	à 7 ¾ m. 760,44	761,22	5,5
12	à 10 s. + 0,25	à 7 ¾ m. — 4,50	— 0,75	à 10 ½ m. 761,42	à 10 s. 757,80	760,54	5,2
13	à midi + 4,50	à 7 ¾ m. + 1,75	+ 4,50	à 10 ½ s. 756,50	à 3 s. 755,40	755,90	4,8
14	à 3 s. + 1,50	à 7 ¾ m. — 1,75	+ 1,25	à 10 ½ m. 756,96	à 10 ½ s. 755,20	756,10	5,1
15	à 3 s. + 0,25	à 7 ¾ m. — 1,75	— 0,25	à 10 s. 756,16	à 7 ¾ m. 755,22	755,66	4,5
16	à 10 s. + 3,75	à 8 m. — 1,50	+ 0,62	à 8 m. 751,32	à 3 s. 747,86	750,00	3,2
17	à 3 s. + 8,75	à 8 m. + 5,25	+ 8,50	à 8 m. 749,20	à 9 s. 743,88	747,50	5,5
18	à midi + 11,25	à 9 ½ s. + 9,00	+ 11,25	à 9 ½ s. 746,50	à 8 m. 743,88	744,84	9,0
19	à 10 ½ m. + 8,75	à 8 m. + 7,75	+ 8,50	à 8 m. 742,84	à 3 s. 738,60	740,22	8,3
20	à 3 s. + 7,50	à 8 m. + 3,75	+ 6,90	à 9 ½ s. 750,50	à 8 m. 745,72	746,02	7,4
21	à midi + 7,00	à 8 m. + 2,75	+ 7,00	à 10 m. 753,40	à 9 ½ s. 751,44	753,00	7,5
22	à midi + 8,50	à 10 s. + 5,50	+ 8,50	à 9 m. 752,64	à 10 s. 748,96	752,28	7,7
23	à midi + 5,62	à 8 m. + 4,50	+ 5,62	à 10 ¼ s. 761,00	à 8 m. 753,00	756,20	6,8
24	à 3 s. + 8,25	à 8 m. + 4,25	+ 7,62	à 11 ½ s. 763,86	à 8 m. 762,46	762,80	7,5
25	à 3 s. + 5,50	à 10 ¼ s. + 1,25	+ 5,00	à 10 ¼ s. 765,08	à 8 m. 764,46	764,72	6,5
26	à midi + 4,90	à 8 m. + 1,25	+ 4,90	à 11 s. 772,00	à 8 m. 766,20	767,04	5,7
27	à midi + 3,75	à 10 s. — 1,50	+ 3,75	à 11 m. 773,36	à 10 s. 771,80	772,94	8,2
28	à 3 s. + 2,50	à 9 ¾ s. — 2,00	+ 0,87	à 9 ½ m. 770,42	à 5 ½ s. 768,60	759,84	7,0
29	à 5 s. — 0,50	à 8 m. — 2,25	— 0,75	à 8 m. 768,94	à 5 s. 767,50	768,60	3,8
30	à 2 s. + 2,25	à 8 m. — 3,75	+ 0,50	à 9 m. 768,52	à 10 ½ s. 767,80	767,84	5,0
31	à 3 s. + 3,50	à 8 m. — 2,75	+ 1,50	à 10 ½ m. 767,52	à 10 s. 766,62	767,04	5,0
Moyennes.	+ 4,82	+ 1,30	+ 4,46	756,58	753,58	755,04	6,4

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure.......	773,36	le 27
Moindre élévation du mercure..........	735,48	le 3
Plus grand degré de chaleur..........	+ 11,25	le 18
Moindre degré de chaleur............	— 4,50	le 12
Nombre de jours beaux.......	10	
de couverts...........	26	
de pluie...............	11	
de vent................	31	
de gelée...............	13	
de tonnerre...........	0	
de brouillard..........	31	
de neige...............	1	
de grêle...............	0	

NOTA. Nous continuerons cette année à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

DÉCEMBRE 1813.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	72	E.	P.Q. à 3h 12'm.	Neige, brouillard.	Neige fine, brouill.	Couvert, brouillard.
2	80	S-E.		Couvert, brouillard.	Quelques éclaircis.	*Pluie.*
3	85	*Idem.*		*Idem*, glace.	Très-nuageux.	Nuageux.
4	89	N-N-E.		*Pluie* fine, brouillard.	*Pluie*, léger brouill.	*Pluie*, brouillard.
5	91	S.		Couvert, brouillard.	Très-nuageux.	Légères vapeurs.
6	90	N-E.		Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Nuageux.
7	92	*Idem.*	P.L. à 8h 34's.	*Pluie* fine, brouill.	Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.
8	97	S-O.	Lune périgée.	*Idem.*	*Idem.*	Nuageux.
9	90	N-E.		Couvert, brouillard.	*Idem.*	Couvert.
10	86	*Idem.*		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
11	79	*Idem.*		Beau ciel, brouillard.	Beau ciel.	Superbe.
12	81	E-S-E.		*Idem.*	*Idem.*	Couvert.
13	93	S-O.		Quelq. gout. d'eau, br.	Couvert, brouill.	*Idem*, brouillard.
14	84	N-E.	D.Q. à 4h 2's.	Légers nuages, br.	Beau ciel, brouillard.	*Idem.*
15	82	*Idem.*		Couvert, brou. épais.	Trouble et brouil.	*Idem.*
16	95	S.		*Idem*, givre.	Couvert, brouillard.	*Idem.*
17	91	*Idem.*		Couvert, brouillard.	*Pluie*, brouillard.	*Pluie*, brouillard.
18	91	S-O.		Couvert, lég. br.	*Pluie* par intervalles.	Nuageux.
19	93	S.		*Pluie*, brouillard.	*Pluie.*	*Pluie* continuelle.
20	94	S-O.	Lune apogée.	Nuageux, léger br.	Petite *pluie*, brouill.	Nuageux.
21	94	S.		Couvert, brouillard.	Nuageux.	*Pluie.*
22	95	S-O.	N.L. à 7h 24's.	*Idem.*	Couvert.	Couvert.
23	93	N-O.		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
24	94	S.		*Idem.*	*Idem.*	*Pluie* fine.
25	89	*Idem.*		*Idem.*	Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.
26	91	S-E.		*Pluie* fine, brouillard.	*Idem.*	*Idem.*
27	86	N-E.		Beau ciel, br., gel. bl.	Beau ciel.	Beau ciel.
28	90	E-S-E.		Vapeurs, br., givre.	*Idem.*	Couvert.
29	88	N-E.		Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.	*Idem.*
30	92	*Idem.*	P.Q. à 4h 19's.	Beau ciel, br., givre.	Beau ciel, brouillard.	Nuageux.
31	95	N-N-E.		Nuages à l'hor., bro.	*Idem.*	Beau ciel, brouillard.
Moy.	88					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du
- N. 2
- N-E. 10
- E. 3
- S-E. 3
- S. 7
- S-O. 5
- O. 0
- N.-O. 1

Therm. des caves { le 1er 12°,098 ; le 16 12°,099 }

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 33mm40 = 1 pouces 2 lig. 8 dixièmes.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris et par exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

SUITE

DES VUES SUR L'ACTION GALVANIQUE,

PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

J'AI prouvé qu'une grande partie des phénomènes de la nature dépendent de l'*action galvanique* (1); mais j'ai différé d'exposer mes idées sur la manière dont je conçois que cette action peut produire ces phénomènes.

Le principe fondamental dont je suis parti, est fondé sur l'expérience suivante :

Deux corps hétérogènes mis en contact, surtout par l'intermède de l'eau aiguisée de quelques sels, produisent constamment les phénomènes suivans : il y a

Chaleur,
Lumière,
Décomposition des combinaisons existantes,
Combinaisons nouvelles,
Athmosphères galvaniques.

. . . .

La chaleur peut, dans cette expérience, s'élever à un degré que nous ne connoissions pas encore.

Car H. Davy avec la pile voltaïque de l'Institution royale, qui a une surface de 128,000 pouces carrés, a produit les effets suivans.

Il a établi la communication des deux pôles par des morceaux de charbon : la chaleur étoit à un si haut degré, qu'un fil de platine y fondoit comme un morceau de cire à la flamme d'une bougie.

Le saphir, le quartz....et les corps regardés comme les plus réfractaires, y ont été promptement réduits en fusion.

(1) *Journal de Physique*, tom. 76, pag. 460, et tom. 77, pag. 36.

La

La lumière y est quelquefois très-vive : son éclat peut surpasser celui de la lumière du soleil (1).

Tous les corps sont décomposés par l'action de cette pile. H. Davy a décomposé par son moyen les oxides terreux eux-mêmes, et en a retiré des substances métalliques....

Dans ces décompositions quelques substances passent constamment au pôle positif, tels que l'oxigène, les acides.... ; je les appelle *positivo-galvaniques*.

D'autres substances passent au pôle négatif, telles que les alcalis, les substances métalliques.... ; je les appelle *negativo-galvaniques*.

De nouvelles combinaisons sont produites par cette action.

J'ai prouvé qu'un grand nombre de combinaisons et de décompositions, dont nous ne connoissions pas les causes, sont les effets de cette action galvanique. Elles sont le plus souvent accompagnées d'une électricité plus ou moins sensible.

Les fermentations, par exemple, sont produites par l'action galvanique. Il y a chaleur, décomposition des combinaisons existantes et production de nouvelles.

Ces fermentations sont quelquefois accompagnées d'inflammation, comme dans les meules de foin mal desséché, qui s'enflamment.

L'efflorescence et l'inflammation des pyrites, et de tous les sulfures, sont également des effets du galvanisme.

La décomposition des sulfures de fer, de ceux de plomb..., produit des sulfates de fer, de plomb...., *natifs*.

Mais la décomposition de certains sulfures métalliques, tels que celui d'argent, ne produit pas des sulfates..., parce que ces métaux s'oxident difficilement, et l'acide sulfurique ne peut pour lors l'attaquer, puisque les métaux ne sont dissous par les acides, que lorsqu'ils sont oxidés... Dans la décomposition du sulfure d'argent, ce métal paroît donc à l'état *natif*.

L'inflammation des pyrophores, celle des huiles par les acides, surtout par le nitrique..., sont également des effets galvaniques.

---

(1) Les soleils peuvent être regardés comme des corps dans un état de galvanisme analogue à celui de la pile voltaïque. Ils sont des piles immenses, qui produisent lumière, chaleur... ; ont des atmosphères galvaniques..., ainsi que je l'ai dit dans ce Journal, tome 76, page 464.

Enfin il y a des atmosphères galvaniques.

Mais avant que d'entrer dans le détail de ces phénomènes, rappelons les principes généraux que nous avons exposés précédemment.

Lagrange, ainsi que tous les physiciens, a considéré la Physique sous deux rapports généraux :

1°. La *dynamique*, ou théorie du mouvement de translation des corps.

2°. La *statique*, ou théorie de l'équilibre entre les diverses parties des corps.

La même division subsiste pour les fluides. On a

L'*hydrodynamique*,
L'*hydrostatique*.

Nous allons considérer quelques-unes de ces lois, principalement dans les fluides, parce que les corps n'agissent ordinairement que lorsqu'ils sont fluides (1).

Les molécules des fluides paroissent sphériques....

Elles ont des mouvemens continuels de rotation autour de leurs axes ou points d'équilibre. (Voyez mon *Discours préliminaire* de cette année, (pag. 74.)

Ce mouvement de *rotation* est la cause de la *force* de *répulsion*, comme on le voit dans les jouets des enfans, qu'on appelle *sabots*. Ils tournent rapidement, et aussitôt qu'ils se touchent, ils se repoussent.

Cette force de répulsion s'observe principalement dans le calorique, dont les molécules ont des mouvemens de rotation très-accélérés.

Ils ont également lieu dans la plupart des autres fluides....

Ces mouvemens de rotation sont les effets des *forces propres* des molécules de ces fluides.

Car j'ai prouvé (*Principes de la Philosophie naturelle* et *Théorie de la Terre*, tome 3, pag. 9), que chaque partie de matière *a une force propre qu'elle ne perd jamais*.

---

(1) H. Davy cite quelques exceptions. « Du muriate cristallisé de chaux, et » de la neige, dit-il, l'un et l'autre à o de Fahrenheit (ou-12 Réaumur), se » liquéfient mutuellement.

» Des cristaux d'acide oxalique avec de la chaux sèche, étant traités de la » même manière, se combinent rapidement.

» Un amalgame solide de bismuth, et un autre de plomb, mêlés ensemble, » deviennent liquides, et le thermomètre baisse pendant l'action. »

Du sel ammoniac, par exemple, étant trituré avec de la chaux, l'alcali volatil se dégage, et paroît avec toute sa vivacité ordinaire.

Le même sel ammoniac étant mélangé avec l'acide sulfurique, l'acide muriatique est dégagé, et se montre avec toute sa volatilité.

Il faut donc reconnoître que dans ce sel ammoniac l'acide muriatique et l'alcali volatil avoient conservé toute leur activité. Leurs *forces propres* existoient avec toute leur énergie, mais elles étoient *in nisu*, comme celles d'un ressort bandé.

Cette même *force propre* se retrouve chez tous les corps en état de combinaison; elle existe, par exemple, dans le fluor. L'acide fluorique reparoît avec toute sa vivacité ordinaire, dès qu'on brise la combinaison où il étoit enchaîné : sa *force propre* étoit donc seulement *in nisu*.

. . . .

Cette vérité étant reconnue, on doit rechercher dans cette *force propre* des premières parties de matière, la cause de tous les phénomènes, comme je l'ai dit (*Théorie de la Terre*, tom. 3, page 25.)

Les molécules des corps étant mues par cette *force propre*, doivent se rencontrer.

Si les directions de leurs mouvemens sont opposées, elles demeureront unies et se combineront.

Lorsque les forces opposées sont égales, et que les centres de ces forces sont opposés aux centres des masses, il en résultera des composés ou des solides qui n'auront aucune activité, tels que le gypse, le calcaire.

Mais si les forces opposées ne sont pas égales, le composé conservera un mouvement dans la direction de la plus intense.

Il se peut encore que le centre des forces ne corresponde pas au centre des masses; et alors le composé aura un mouvement de rotation sur lui-même : si les forces sont égales, il tournera sur un seul point; si elles sont inégales, il tournera, mais il aura en même temps un mouvement progressif, en décrivant une courbe quelconque... : tels sont les mouvemens des molécules des fluides, des acides, des alcalis..., ceux des corps célestes, des planètes...

C'est à cette cause que sont dus les mouvemens de rotation des molécules de tous les fluides, le calorique, le lumineux, l'électrique ou galvanique, le magnétique, les vapeurs aqueuses, l'eau, l'alcool..., dont j'ai parlé dans mon *Discours préliminaire*, page 74 du Cahier précédent.

L'*impulsion* est une suite naturelle de cette *force propre*....

L'*attraction* elle-même est produite par les atmosphères soit galvaniques, soit d'autres fluides...., ainsi que je l'ai prouvé *Théorie de la Terre*, tome 3, pag. 18 et 27.

Tous les autres phénomènes généraux sont également des effets de cette *force propre*.

J'ai fait voir que toute la matière avoit cristallisé par l'action de cette *force propre*... : cette cristallisation générale a formé les grands globes, leurs atmosphères......

J'ai aussi prouvé dans *mes Vues sur l'action galvanique*, que la plus grande partie des phénomènes particuliers, qui ont lieu sur notre globe, et peut-être tous, sont également produits par l'action du fluide galvanique : or les molécules de ce fluide ont une *force propre*....

Il est donc démontré que cette *force propre* est la cause de tous les phénomènes......

Je vais rappeler ici ce que j'ai dit sur cette *force* (*Théorie de la Terre*, tome 3, pag. 14).

« Cette *force propre* peut communiquer une force d'*impulsion* » à d'autres corps... : *cette force d'impulsion se perd journel-* » *lement* dans les chocs, et la *force propre* ne se perd pas.... » Comment la *force propre* peut-elle communiquer cette im- » pulsion sans rien perdre, ainsi que nous le voyons dans un res- » sort...? Nous l'ignorons.

» Dans la *haute Philosophie* il faut bien distinguer cette *force* » *propre* des parties premières de matière, de la *force commu-* » *niquée*. »

Mais comment les forces galvaniques agissent-elles? comment les corps *positivo-galvaniques* passent-ils au pôle positif? et les corps *negativo-galvaniques* passent-ils au pôle négatif? La Physique n'a encore rien de satisfaisant à proposer à cet égard.

Nous avons vu que l'action galvanique est toujours accompagnée d'une chaleur plus ou moins considérable, et souvent d'une lumière vive.... Or les effets produits par l'action galvanique ont quelques rapports éloignés avec ceux produits par la chaleur.

Des sels neutres, tels que le borax..., des oxides, tels que ceux des terres, ceux de mercure, de manganèse..., exposés à la chaleur, sont décomposés.

L'action de la pile voltaïque produit sur ces substances des effets analogues : elles sont également décomposées.

Mais dans l'action galvanique, l'oxigène, les acides... passent constamment au pôle positif..; les alcalis, les bases métalliques... passent au pôle négatif... : ce sont des effets que ne produit pas la chaleur, et dont la cause est encore très-obscure.

Je vais, avec toute la réserve possible, présenter sur cette cause une hypothèse qui me paroît pouvoir jeter quelque lumière sur cet objet.

Je suppose un *seul* fluide électrique ou galvanique, qui a une activité plus ou moins considérable : cette activité, comme celle du calorique..., est un effet de la *force propre* des molécules dont il est composé, qui lui donne le mouvement de rotation.

Ce fluide électrique est, ainsi que le fluide lumineux, [et la matière nébuleuse (1)], composé de différens rayons hétérogènes.

Le fluide lumineux est composé de sept rayons, le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet.

Les couleurs des substances colorées paroissent dues à la nature des corps qui réfléchissent tels ou tels de ces rayons par leurs *oscillations*, et ne sont pas affectés par les autres rayons.

Je suppose également que le fluide électrique ou galvanique est composé de différens rayons; car il y a des corps

idio-électriques,
an-électriques,
pyro-électriques,
stuphano-électriques,
positivo-électriques,
negativo-électriques,
. . . .

Lorsqu'on soumet un de ces corps à l'action galvanique ou électrique, il n'y a qu'un de ces rayons qui agit sur lui et y produit les *oscillations* nécessaires à cette action; de même qu'il n'y a qu'un des rayons lumineux qui agit plus particulièrement sur tel corps : ainsi, par exemple, le rubis ne réfléchit que les rayons rouges, la topaze les rayons jaunes, l'émeraude les rayons verts, le saphir les rayons bleus, l'améthiste les rayons violets....

---

(1) J'ai dit que la matière nébuleuse ne pouvoit être supposée composer les différens corps, qu'en la supposant composée de différens rayons hétérogènes comme le fluide lumineux. (*Journal de Physique*, tome 77, pag. 41.)

Je suppose qu'il en est de même des différens corps électriques; chacun n'éprouve des *oscillations*, et n'est affecté que par tel rayon électrique, et ne l'est pas par les autres rayons électriques.

Le verre, le soufre..., sont affectés principalement par les rayons *idio-électriques*.

Les substances métalliques.... sont affectées principalement par les rayons *an-électriques*.

La tourmaline.... est affectée principalement par les rayons *pyro-électriques*.

Les métaux.... sont affectés principalement par les rayons *stuphano-électriques*.

L'oxigène, les acides... sont affectés principalement par les rayons *positivo-électriques*.

Les alcalis, les oxides... sont affectés principalement par les rayons *negativo-électriques*.

Chacune de ces substances est affectée principalement par un de ces rayons électriques, et ne l'est point par les autres. Les métaux, par exemple, ne sont point électrisés ordinairement par le frottement. Des piles de verre ne sont point ordinairement électrisées par le simple contact; elles ne le sont également pas, non plus que les métaux, les acides, les alcalis..., en les échauffant comme la tourmaline.... Il n'y a qu'un petit nombre de substances qui s'électrisent par la chaleur, comme celle-ci....

On pourroit peut-être encore comparer les corps électriques aux corps sonores. Les différens sons qu'ils font entendre, sont les effets de diverses *oscillations* qui y sont excitées.

Soient deux cordes A, B, ayant différens degrés de tension; si on les fait vibrer, elles donneront différens sons en raison de leur tension.

Soient différens corps sonores A, B, C, D...., montés, par exemple, au diapason de UT.

Soient d'autres corps sonores T, V, X, Z..., montés au diapason de RE.

Si on place ces corps divers dans un appartement, et qu'on y excite un son violent, comme celui d'un hautbois, d'une clarinette... au diapason de UT, tous les corps A, B, C, D... résonneront, ainsi que ceux qui y seroient montés à la tierce, à la quinte, à l'octave; parce que des *oscillations* seront produites dans ces divers instrumens.

Mais les corps T, V, X, Z ne résonneront pas.

Si au contraire le son tiré du hautbois, de la clarinette... est au diapason du RÉ, ces derniers corps T, V, X, Z résonneront, ainsi que ceux qui seront à la tierce, à la quinte, à l'octave :

Et les corps A, B, C, D... ne résonneront pas.

Il sera excité des *oscillations* dans les uns, et il n'en sera pas excité dans les autres.

. . . .

Cependant les effets produits par le fluide électrique ou galvanique, se rapprochent davantage de ceux produits par le fluide lumineux. Il faut donc les comparer plutôt à ces derniers.

Cette explication des phénomènes, que présentent l'électricité et l'action galvanique, est conforme à ceux que présentent les couleurs du fluide lumineux : elle n'est pas encore appuyée sur des expériences directes; mais elle l'est, comme plusieurs autres théories, sur des analogies, qui me paroissent mériter l'attention des physiciens.

La couleur rouge, par exemple, accompagne l'action galvanique positive; la couleur bleue, l'action galvanique négative....

Je donnerai ailleurs, d'après cette théorie, des développemens plus étendus sur les différens phénomènes galvaniques.

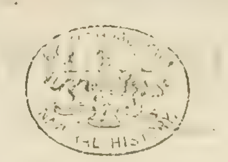
NOUVELLE LITTÉRAIRE.

DESCRIPTION des Plantes rares que l'on cultive à Navarre et à Malmaison. Par *A. Bonpland.* Troisième Livraison.

Cette Livraison n'est pas moins intéressante que les deux premières. Cet ouvrage est un des plus beaux de la Botanique, ainsi que nous l'avons dit.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.



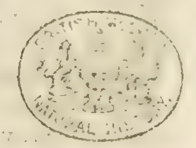
De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET D'HISTOIRE NATURELLE.

MARS AN 1814.

NEUVIÈME MÉMOIRE SUR LA POUDRE A CANON,

PAR J. L. PROUST.



Sur l'Éprouvette d'ordonnance.

J'AI annoncé dans le Mémoire précédent, qu'une multitude de dosages essayés successivement sur la poudre, n'étoient autre chose que le résultat des incertitudes sans fin où nous avoient entraînés les épreuves au mortier : j'ajouterai même encore aujourd'hui, qu'on ne cessera d'y retomber, aussi long-temps qu'on persistera à vouloir décider de ses qualités par les portées de cet instrument. Dans celui-ci, je me propose d'examiner si, entre les portées de l'éprouvette et la fabrication de la poudre, il y a effectivement des rapports assignables; s'il y en a, de rechercher quelle en est la valeur, et de voir ensuite jusqu'où l'on peut y avoir confiance pour prononcer sur les qualités de la poudre.

En France, ce sont particulièrement l'Artillerie et la Marine

qui emploient le mortier à ces épreuves, parce que l'usage en a été prescrit par une ordonnance qui date de l'année 1686. Ces corps, en conséquence, ne permettent pas qu'on reçoive aucune poudre dans les arsenaux, sans qu'au préalable un officier ne se soit assuré qu'elles ont, ou à peu de différence près, la portée qui dans l'origine en fut fixée par la même ordonnance.

A cette première époque, par exemple, on se contenta de.	50 Toises.
En 1729 on en exigea	60
Et l'on continua sur ce pied jusqu'en 1769 et 1775, où deux ordonnances successives arrêtèrent qu'elles porteroient à	90
En 1798, une troisième ordonnance en étendit la portée à	100
Mais depuis 1808 on n'en reçut plus au-dessous de	115
Enfin on en fabrique aujourd'hui qui atteignent facilement à	140
Et même on en a vu de bien plus forte encore, car parmi celles qu'on trouva en 1802 sur des bâtimens anglais, il y en eut qui chassèrent le globe à 317 et 318 mètres, ou à environ	160

Ce tableau n'offre pourtant pas une échelle bien exacte de leurs progrès : car dès 1738, où on ne les recevoit encore qu'à soixante toises, Bardet de Villeneuve assure en avoir fabriqué avec le charbon de chanvre, qui portoient à 108, ce qui en effet dut paroître extraordinaire pour ce temps-là. En 1744 et 1752, M. de Saint-Auban, à l'occasion des remarques qu'il adressa au chevalier d'Arcy, sur son éprouvette, et le marquis de Thiboutot, qui de son côté voulut s'assurer de nouveau si les décroissemens de portée, annoncés par Belidor, étoient un fait constant, trouvèrent aussi pour leurs essais, des poudres de cent et de cent quatre toises. Lombard qui rédigeoit ses tables de tir en 1787, rapporte que, quoique l'ordonnance de 1775 n'en exigeât que 90, il en avoit trouvé néanmoins qui portoient à 120 et même à 125 toises. Tout ceci donne à penser que si les ordonnances ne se rapprochoient pas rigoureusement des portées qui annonçoient plus de perfection dans la poudre, c'est que l'Artillerie vacilloit peut-être déjà sur l'opinion qui attribuoit une grande valeur à ces sortes d'épreuves.

Mais revenons à celles-ci. Une poudre a-t-elle aujourd'hui

quinze ou vingt mètres de moins que ne porte l'ordonnance; on la refuse, parce que ce défaut, dit-on, ne manqueroit pas de se reproduire dans les grandes armes. Cette présomption pourtant n'est pas fondée, car l'infériorité d'une poudre évaluée d'après l'éprouvette, est un fait qu'on a vu de tous temps démenti par les portées du canon. Assurément, quand on a vu des poudres de 60 toises à l'épreuve, emporter le boulet de vingt-quatre à deux mille cinq cents toises, comme on l'observa à l'occasion de la réduction des charges par Belidor, on peut compter que de pareilles poudres ne sont pas foibles; et parmi celles d'à-présent, on en trouveroit encore difficilement qui atteignissent cette portée-là. Mais accoutumé qu'on est depuis plus d'un siècle, à l'opinion ci-dessus, on y tient par habitude, et par habitude encore on y tiendra long-temps.

Lors donc qu'un commissaire envoyoit ses poudres aux magasins, et qu'elles se trouvoient de quinze à vingt mètres au-dessous de la portée d'ordonnance, on les refusoit, et il en étoit repris comme ayant mal fabriqué : si au contraire elles l'atteignoient, on l'en récompensoit par une augmentation de traitement. Mais ce qui paroîtra sans doute extraordinaire en tout ceci, c'est qu'on ne pouvoit pourtant pas lui montrer en quoi, dans le premier cas, son travail avoit été défectueux, et pourquoi, dans le second, il s'étoit surpassé : bonne et mauvaise poudre, même encore aujourd'hui, sont donc le fruit du hasard. Ainsi l'on exigeoit du commissaire une perfection dont on n'étoit pas en état de lui rendre compte; on exigeoit qu'il ne fît que des poudres fortes, et on ne l'instruisoit pas de ce qui pouvoit l'exposer, durant le travail, à tirer une poudre foible d'ingrédiens sans reproche; et en dernier lieu, cette remise qu'on accorda en 1798, en faveur de celles qui passeroient le *minimum* de portée, achève de confirmer ce que nous venons d'avancer. Pareil encouragement ne démontre-t-il pas, en effet, qu'à cette époque, au moins, on ne savoit encore rien des causes qui pouvoient amener des poudres fortes et des poudres foibles; car à des problèmes résolus l'usage, assurément, n'est pas d'accorder des primes.

Cependant, en considérant ces différences, il semble qu'on auroit pu se faire quelquefois la question suivante : Comment se fait-il que nos fabriques ayant des substances toujours égales, un même dosage et une trituration invariable, on trouve cependant entre leurs poudres des différences de force aussi étonnantes que celle de dix, de vingt, et même de quarante mètres

dans les portées d'épreuve? Seroit-il donc dans la nature de ces mêmes substances toujours dosées, toujours battues d'une égale manière, que cela fût ainsi? Si cela est, il faut convenir pourtant, que rien n'est moins vraisemblable aux yeux de la raison; car rien en effet ne choque autant les principes, comme de rencontrer des résultats qui ne cadrent point avec leurs causes. Vit-on jamais dans les monnoies un même alliage donner après l'empreinte, des pièces à différens titres? Pourquoi celui de la poudre, avec des élémens tout aussi invariables, donne-t-il néanmoins des produits à toutes sortes de titres, si l'on peut dire ainsi? Pourquoi enfin, d'une mixtion aussi uniformément travaillée partout, voyons-nous sortir des poudres avec des différences d'explosion de force, par conséquent aussi surprenantes que celles dont font foi tous les journaux d'épreuve?

A la vérité, comme la force réelle des poudres n'est aucunement représentée par les expressions de nos éprouvettes, on peut rester fort tranquille sur l'emploi de celles que ces instrumens qualifient de poudre foible : aussi voit-on que les artilleurs les plus instruits se sont depuis quelque temps mis fort à l'aise sur ces distinctions (1). Cependant, comme les différences de force à l'éprouvette, procèdent de causes qui se rattachent nécessairement à la théorie, la science doit les approfondir afin d'en donner l'explication, afin de parvenir, s'il est possible, à s'en rendre maître dans la fabrication. Peut-être alors arrivera-t-elle à effacer, une fois pour toutes, ces distinctions abusives de poudres fortes, et de poudres foibles, qui, n'ayant de réalité que dans un instrument dont les effets ne sont point comparables à ceux des grandes armes, n'en perpétuent pas moins un préjugé spécieux, antique, universellement admis, et par conséquent d'autant plus difficile à déraciner.

Quoique j'aie déjà rapporté des cas assez remarquables de ces variations dans la force des poudres, il ne sera pas hors de propos d'en ajouter encore un ici, mais un, surtout, qui offre à lui seul un exemple des écarts les plus désespérans qu'on puisse imaginer : ils étonneront, je le présume, et d'autant mieux, certainement, que ni l'altération tant répétée du dosage, des ingrédiens et de leur battage, ni la vétusté des charbons, ni leur écorce, ni rien enfin, de toutes ces causes occultes où l'on alloit autre-

---

(1) Voyez la Préface du Traité de la Poudre de Hutton, traduit par le colonel d'artillerie, M. la Villantrois.

fois puiser de quoi se mettre l'esprit en repos sur ces sortes d'écarts, ne fourniroient aujourd'hui les moyens d'expliquer ceux que nous allons présenter au lecteur.

Dans le cours de 1802 on essaya à la meilleure éprouvette qu'on eût vue jusqu'alors, neuf poudres de guerre, dont cinq de France, et les quatre autres de prises étrangères. Voici le résultat de leurs épreuves :

Poudre du port Saint-Chamas	264 Mètres.
de Maronne	283
d'Essone, 1802	295
d'Essone, juin 1801	296
d'Essone, septembre 1801 . . .	302

On ne peut pas moins que de s'étonner ici de voir trois fabriques de France donner des poudres aussi différentes en force, car de la première à la seconde on trouve déjà une différence de dix-neuf mètres. C'est, à une unité près, celle pour laquelle un commissaire autrefois perdoit sa prime. Vient ensuite celle de trente-huit mètres de la première à la cinquième. Véritablement, si la Marine eût voulu prendre au sérieux ces résultats d'éprouvette, si elle avoit cru pouvoir les considérer comme des exposans bien assurés de la force des poudres, il y avoit là de quoi lui donner des inquiétudes bien autrement alarmantes que celles qu'elle conçut du changement de dosages et de battages, dont elle se plaignit depuis en 1806; et ces poudres-là, pourtant, se travailloient de la même manière dans toutes les fabriques du royaume.

Les réglemens sur la poudre confirment de leur côté ces différences; car ils avertissent que la poudre devra porter le globe à 225 mètres pour qu'elle soit reçue, et qu'au contraire elle sera rebutée si elle ne le porte qu'à 200. Ainsi deux commissaires peuvent fabriquer des poudres à 25 mètres de distance, malgré qu'ils aient scrupuleusement suivi les mêmes proportions, la même battue, etc.

Il y a donc entre ces poudres une différence de qualité qui dérive de toute autre cause que du dosage ou des battages, ou même, comme nous le verrons incessamment, de toutes les altérations qu'ils seroient tentés d'y porter; car, en effet, demandez-leur expressément ces deux qualités de poudre, c'est une chose certaine qu'ils n'y réussiroient pas. Il y a donc enfin dans la fabrication quelque cause inconnue encore, qui tend à troubler l'uni-

formité des produits : et cette cause, nous ajouterons qu'elle est de tous les lieux et de tous les temps : car ce n'est pas sur la portée d'une seule poudre que Lombard calculoit la vîtesse initiale des projectiles, mais bien sur des poudres de 90, de 100, de 110, de 120 et de 125 toises de portée, c'est-à-dire, sur des poudres de 10, de 25 et de 35 toises de différence, ce qui est énorme; et assurément on ne les fabriquoit pas exprès pour lui. Hutton, de son côté, rencontre les mêmes variations entre celles que lui fournit le Gouvernement anglais pour ses expériences. Qu'est-ce donc que la poudre, enfin, ce mélange dont nous croyions si bien connoître les propriétés? Quelle immensité de variations ne remarqueroit-on donc pas dans le tableau qui offriroit, pour dix années seulement, les épreuves de toutes les poudres de l'empire, et que d'instruction aussi à tirer du parallèle de toutes ces discordances?

Mais ces variations-là vont bien plus loin encore, si, faisant abstraction des lieux, on ajoute à la suite des précédentes, celles que vont nous offrir les poudres qu'on trouva sur des bâtimens étrangers. Voici leurs portées :

Frégates Anglaises,	le Sniftlure	267 Mètres.
	l'Annibal	317
	le Succès	318
Espagnole,	l'Atalante	250

Il y a donc aussi entre les poudres anglaises des inégalités de portée qui ne le cèdent point à ce qu'on voit en France : car du *Sniftlure* au *Succès*, voilà bien évidemment 51 mètres de différence; et remarquons en même temps qu'elles furent de même force aux éprouvettes de Toulon, quoiqu'avec moins d'étendue en général, à cause de l'imperfection des mortiers; d'où il suit que ces différences étoient constantes, et non pas le résultat d'anomalies particulières, comme on auroit pu le présumer.

Actuellement, si nous comparons nos poudres à celles d'Angleterre, nous trouvons dans l'une de celles-ci, dans celle de la frégate *le Succès*, par exemple, l'avantage frappant de 54 mètres sur la poudre de Saint-Chamas, celui ensuite de 34 sur la portée moyenne de quatre de nos poudres, et un autre enfin sur la plus forte qu'on put trouver alors à Essone. Si l'on avoit maintenant à juger un cas de cette nature, d'après les principes qui servent de base aux épreuves; s'il falloit s'en tenir invinciblement à l'o-

pinion, que la poudre qui donne la plus grande portée à l'éprouvette, est aussi la plus forte au champ de bataille, nous dirions que de pareils résultats pouvoient avoir causé chez nous d'assez justes inquiétudes pour le temps où l'on s'aperçut de cela : car des airs de supériorité aussi marqués dans les moyens d'un ennemi, cela est fait assurément pour révolter tout cœur français ; et puisqu'enfin d'aussi grands avantages se trouvoient bien constatés par le genre d'épreuve auquel on avoit alors le plus de confiance, il y auroit toujours de quoi s'étonner qu'on eût pu transiger, à cette époque, aussi facilement avec l'affligeante idée qu'en Angleterre on faisoit des poudres plus fortes qu'en France; si on ne considéroit pas en même temps, que chez nous la faute en étoit à l'art, qui n'offroit point assez de ressources pour éclaircir une question de cette nature.

La Commission composée de personnes toutes infiniment distinguées par le savoir, ne négligea point de faire analyser ces neuf poudres, afin d'en connoître le dosage, la qualité des ingrédiens, etc. Elle donna pareillement son attention à l'influence que pouvoient avoir dans les portées la densité du grain, sa forme, l'espace qu'occupoient les charges dans la chambre du mortier, etc. Cependant, après avoir balancé tous les résultats de son travail, elle ne voulut point hasarder l'explication de ces étonnantes différences; reconnoissant, d'ailleurs, combien il seroit difficile de produire de pareilles poudres, à partir des proportions qu'on avoit découvertes par l'analyse. Au reste, lors même que la commission fût parvenue à en fixer rigoureusement les dosages, je présume qu'elle n'auroit pas réussi pour cela à en refaire de semblables, parce que la différence de force qui distingue les poudres, ne tient, comme nous l'allons bientôt voir, ni à celle des dosages, ni à aucune des causes qu'on a voulu faire servir à expliquer cela.

Mais il nous reste encore un problème à considérer. Toutes ces variations-là, par exemple, ne sont rien en comparaison de celles que nous allons découvrir dans l'histoire des poudres depuis 1686 jusqu'à nos jours. Celles-ci, en effet, au lieu de se borner à des 10 ou 15 toises, comme dans les poudres d'à présent, se sont au contraire élevées progressivement de la portée de 50 toises à celles de 60, de 90, de 100, de 125, de 140 et même de 160, et cela, dans l'espace d'un peu plus d'un siècle; de sorte que des poudres de Louis XIV à celles d'aujourd'hui, il y a maintenant une différence de 110 toises, à peu près, dans la portée d'épreuve des premières aux dernières.

Voilà sans doute un accroissement de forces qu'on peut appeler *prodigieux*, et d'autant plus capable de surprendre, disons-le, que c'est toujours avec une même qualité de substances, un même dosage, et enfin des manipulations toujours semblables, qu'on l'a vu s'élever ainsi. Mais voyons maintenant les difficultés que la simple raison oppose à l'admission d'un pareil prodige. Par exemple, si dans les années 1686, 1729, 1798 et 1808, qui sont précisément les quatre époques où les réglemens ont voulu que les poudres s'élevassent de 90 à 100 et à 115, pour pouvoir être admises; si à ces différentes époques la qualité des ingrédiens, leur dosage, leur battue et toutes leurs manipulations n'ont jamais cessé d'être les mêmes, comme il est facile de le démontrer, comment accorder maintenant une progression de forces aussi transcendante, avec des moyens de fabrication aussi uniformes, et en vérité aussi peu susceptibles de variations qu'ils le sont en eux-mêmes? Et pourquoi nos ancêtres, avec des procédés semblables aux nôtres en toutes choses, n'arrivoient-ils pas du premier coup à faire, comme nous, des poudres à 115 et 140 toises d'épreuve?

On aura beau répéter que l'art d'autrefois, par exemple, moins avancé qu'aujourd'hui, doit suffire à nous faire comprendre d'où partoit l'infériorité de leurs poudres; pour nous, nous ne cesserons de répondre à cela que, quelle que soit la différence des temps, jamais on ne trouvera dans pareilles causes l'explication d'un fait aussi étonnant que celui de voir sortir d'une même composition, des poudres dont les forces aient pu être entre elles comme les portées de 50 et de 160 toises, ou, si souvent, comme les racines quarrées de ces portées. De pareilles phénomènes sont trop éloignés des choses possibles, pour qu'on puisse les admettre bonnement sur parole. Pour les concevoir, en effet, il faudroit supposer d'abord que nos poudres actuelles, ou de 160 toises de portée, peuvent émettre par la détonation deux fois plus de fluide et de calorique que celles de 1686, ou de 50 toises; ou bien encore, que des causes étrangères à ces deux moyens, fourniroient à l'excès de puissance que les poudres modernes ont sur les anciennes : or on sent ici combien des assertions de cette nature outrageroient les principes; mais disons-le franchement : de 1686 à nos jours, le temps n'a rien changé certainement, aux élémens du salpêtre ni à leurs affinités; et alors il est permis de soupçonner que quelques illusions particulières sont venues nous imposer sur ce point. Voilà ce que nous tâcherons d'éclaircir dans la suite.

Mais

Mais en attendant, nous tirerons de ces comparaisons l'aperçu que voici ; c'est qu'il y a dans l'histoire des poudres, deux genres de variations très-distinctes. Les premières comprennent celles dont nous nous sommes occupés d'abord. Elles sont incontestables, puisqu'elles se répètent sous nos yeux : les causes en sont encore inconnues, puisqu'aucune fabrique n'a pu encore triompher de ces inégalités, puisqu'aucune puissance, jusqu'à ce moment, n'a encore réussi à tenir ses poudres à un titre aussi invariable que ses monnoies.

Quant à celles du second ordre, sont-elles aussi bien démontrées? Nous nous hasarderons à dire que non. Après tout, elles ne nous constent que par des traditions si vagues, qu'elles n'en autorisent en vérité pas l'admission, et d'ailleurs tous les principes s'y refusent. Approfondir ces différentes variations dans les poudres, ne peut être l'objet de ce Mémoire, il faut auparavant nous y préparer par une étude plus approfondie de l'éprouvette et de ses effets dans la détonation ; il faut voir si, comme nous l'avons annoncé, il y a des rapports entre ces détonations et les dosages de la poudre. Nous allons donc appliquer de ce pas notre méthode d'investigation au travail de MM. Pelletier et Riffault. Nous prévînmes, en effet, dans le Mémoire antérieur, que nous nous proposions de l'examiner sous d'autres aspects.

Indication de l'Eprouvette dans les dosages de la Poudre.

Le dosage ancien (75 : 12 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$). C'est ainsi que nous les indiquerons tous dorénavant, pour abréger le discours. Par ce moyen on se rappellera que dans les fabriques l'usage est de désigner le salpêtre en premier lieu, le charbon en second, et le soufre en troisième.

Le dosage ancien fut, dans la commission de 1794, le premier objet de travail de MM. Pelletier et Riffault. Nous avons fait voir antérieurement l'uniformité constante qui régna entre toutes les portées qu'ils obtinrent après les deux premières heures de battue : mais s'étant aperçus que ce dosage manquoit d'exactitude à cause d'un et demi et même près de trois pour cent d'humidité contenue dans leur salpêtre, ces commissaires prirent, en conséquence, le parti de tout recommencer, en ajoutant à ce sel, tantôt au *prorata* de son humidité, tantôt en l'employant parfaitement desséché. Avec cette précaution ils espéroient bien que la force de leurs poudres ne pourroit qu'y gagner. 75 de salpêtre réel,

au lieu de 72 ou 73, sembloient en effet promettre quelqu'avantage. Voyons maintenant quelle fut la récompense de ces soins.

1.

Dosage ci-dessus. Salpêtre humide. Portée de la poudre . . . . 100, 101, 104 Toises.
augmenté au *prorata* de, etc. 105, 103, 107.

Ainsi l'éprouvette ne tient compte de rien.

2.

Dosage moderne (76 : 14 : 10). Salpêtre humide. . . . . 104, 106.
augmenté au *prorata* de, etc. 105, 107, 103.

Ainsi l'éprouvette ne tient compte de rien.

3.

Dosage de Guiton (76 : 15 : 9). Salpêtre humide. . . . . 107, 108.
desséché 104.

Ainsi l'éprouvette ne tient compte de rien.

4.

Dosage de Riffault (77 ½ : 15 : 7 ½). Salpêtre humide. . . . . 107, 108.
desséché 104.

Ainsi l'éprouvette ne tient compte de rien.

5.

Dosage de Grenelle (75 : 12 : 12). Salpêtre humide. . . . . 102, 103.
desséché 105.

Ainsi l'éprouvette ne tient compte de rien.

6.

Dosage de Barthélemy (77,32:13,44:9,24). Salpêtre humide. . . . . 107, 106.
desséché. 103.

Ainsi l'éprouvette ne tient compte de rien. Les salpêtres de ces six épreuves tenoient un et demi d'eau pour cent.

7.

Dosage ($77\frac{1}{2}$: 15 : 10). Salpêtre humide, d'un peu plus de 2 liv. 13 onces; restitué au *prorata:* battue, 5 heures. . .	Toises. 103.
Deux battues de 7	102, 107.
de 12	106.
de 21	103.

Ainsi ce dosage et 4 battues différentes n'amenèrent rien que de parfaitement semblable aux résultats qui précèdent.

8.

Même dosage. Salpêtre à 1 et demi d'eau; augmenté au *prorata*. Battue, 3 heures.	106.
5 . . .	106.

Ainsi l'éprouvette ne tient compte de rien.

9.

Dosage (79 liv. 5 onces : 14 liv. 14 onces : 5 liv. 12 onces). Salpêtre sec. Battue, 3 heures	105.
5	105.

Ainsi l'éprouvette ne distingua point ces battues.

10.

Dosage (80 : 15 : 5). Salpêtre humide. Battue, 3 heures.	107.
5	106.

Ainsi l'éprouvette ne distingua point ces battues.

Arrêtons-nous maintenant aux conséquences. Voilà donc partout enfin les mêmes discordances, la même inconnexion entre les portées de la poudre et les dosages! Peut-on rien voir, en effet, de plus inattendu, de plus frappant qu'une négation de rapports aussi soutenue, dans une matière où tout sembloit en promettre de si nombreux? L'éprouvette, malgré tous ces changemens de dosage, qu'on peut compter ici pour seize, puisque chaque addition de salpêtre en amenoit un nouveau, l'éprouvette, malgré toutes ces variations, et au milieu de près de quarante

coups d'épreuve, n'en donne cependant pas le plus léger indice. De 100 à 108 toises il n'y a effectivement aucune différence, pour un instrument surtout qui ne met jamais plus de rigueur dans ses évaluations; car une chose incontestable aux yeux de ceux qui le connoissent le mieux, c'est qu'une même poudre essayée quarante fois de suite, et avec les plus minutieuses attentions, n'en divaguera pas moins constamment entre ces deux termes; souvent même encore elle les franchira de beaucoup, comme on peut s'en assurer par tous les journaux d'épreuves un peu nombreuses.

C'est donc une vérité bien établie maintenant, que lorsque l'éprouvette garde un silence aussi absolu, disons plus, une indifférence complète sur des changemens de proportion aussi marqués, lorsqu'entre ces proportions on voit qu'elle n'assigne aucune supériorité à l'une sur l'autre, ses effets ne sont donc pas, comme on l'a voulu jusqu'ici, de nature à donner des éclaircissemens bien satisfaisans sur les dosages de la poudre. Rien de plus journalier néanmoins que de la consulter, quand on soupçonne quelque variation dans les dosages, mais rien de plus inutile aussi, comme on peut déjà s'en convaincre. Lors donc que l'épreuve d'une poudre émet une portée plus forte ou plus foible qu'à l'ordinaire, cela indique quelque chose de nouveau, sans doute; mais ce résultat là n'a déjà plus de rapport avec les dosages, ce que bien d'autres faits, d'ailleurs, confirmeront dans la suite. Les réglemens sur la poudre en fournissent, de leur côté, de nouvelles preuves, puisqu'ils reconnoissent que les poudres de mêmes proportions et qualités dans les ingrédiens, peuvent néanmoins différer de 25 mètres les unes des autres.

Si l'on réfléchit actuellement à l'impétuosité ordinaire de la moindre détonation, si l'on se représente bien celle, par exemple, de trois onces de poudre, qui a déjà quelque chose d'imposant par la surprise qu'elle occasionne toujours, on peut expliquer, sans beaucoup de difficulté, pourquoi la plupart des changemens de proportion ne sont pas capables d'affecter les portées de l'éprouvette. Voici au moins l'explication qui m'a paru la plus satisfaisante : c'est que tous les dosages modernes, resserrés comme ils le sont aujourd'hui entre des limites très-rapprochées, ne diffèrent point assez entre eux pour qu'ils puissent influencer d'une façon marquée un débandement de fluides aussi impétueux, aussi véhément que l'est celui de l'explosion, pour que la différence qu'il y a d'un dosage à l'autre, puisse ajouter, ôter ou faire

varier en quelque chose la somme de mouvement qu'un aussi fougueux essor est dans le cas d'imprimer à un projectile. Il y a trop de disproportion, en un mot, entre d'aussi grands effets et une cause aussi foible.

Si donc la détonation de trois onces de poudre ne se ressent en aucune manière des différens changemens que peut éprouver le dosage; si les dosages, bien ou mal proportionnés sous d'autres rapports, n'affectent pas ses portées, comment alors affecteroient-ils celles d'une pièce de vingt-quatre, dont la charge courante est de huit à neuf livres, c'est-à-dire, cent trente à cent quarante fois plus forte que celle de l'éprouvette? Et par extension de principe, s'il n'y a pas de mauvais dosage pour l'éprouvette, comment y en auroit-il pour les grandes armes? Pour celles-ci, je l'ai déjà dit, il n'y a jamais de mauvaise poudre. Toutes les consultations de l'éprouvette, à l'égard du dosage, sont donc inutiles, superflues maintenant, et s'il reste encore quelque chose à desirer pour le perfectionnement de la poudre, cela ne peut plus désormais regarder sa force, parce que dans tous les dosages modernes elle est constamment à son *maximum*. D'autres faits, au reste, viendront incessamment confirmer ces conséquences.

Mais avant d'aller plus loin, nous pouvons déjà commencer, je crois, à débrouiller le chaos des dosages, nous pouvons substituer quelques élémens raisonnés à cet abîme de vacillations qui en ont ballotté le choix partout, et où se sont précipitées, comme à l'envi, toutes les personnes qui, ayant voulu retoucher les proportions de la poudre, se sont obstinées à n'en consulter le résultat qu'aux portées de l'éprouvette.

D'abord tous les dosages parcourus par MM. Pelletier et Riffault, toutes ces proportions comprises entre 75 et 80 livres de salpêtre par quintal, toutes celles aussi qu'on pourrait insérer entre ces termes, sont parfaitement égales, quant à la force de l'explosion, ou quant à la portée qui exprime cette force. C'est là une vérité qui, quoique nullement aperçue jusqu'à ce moment, n'en est pas moins incontestable, puisqu'elle repose sur des faits qui le sont eux-mêmes. D'après cela, l'on pourrait donc s'arrêter au premier venu de ces dosages, puisque, relativement à la force, l'éprouvette leur assigne à tous une valeur égale. A la réflexion cependant, on voit que le choix tomberoit toujours sur celui qui auroit le moins de l'ingrédient qui coûte le plus, parce qu'à l'avantage de faire des poudres fortes, on voudroit y joindre aussi celui

de les obtenir au meilleur marché possible. Mais vient ensuite une considération qui restreindroit à l'instant la liberté de ce choix : c'est que le dosage qui contiendroit le moins de salpêtre, par exemple, auroit en revanche le plus de la substance qui a le grave inconvénient d'affoiblir la consistance du grain, du charbon par conséquent, ou de cet ingrédient qui achemine si vîte les poudres à leur détérioration. Cette considération nous rapproche donc, comme malgré nous, d'un point fondamental; elle nous guide, comme par la main, vers un dosage unique, vers celui dès-lors qui, contenant assez de charbon pour suffire aux affinités du salpêtre, n'en a cependant aucun excès capable de nous faire appréhender la détérioration dont nous parlons.

Il n'y a donc, en réalité, qu'un seul dosage qui puisse convenir à la poudre. Telle est, je crois, la conséquence qui dérive de la découverte que nous venons d'annoncer, savoir, que *quant à la force de la poudre*, *tous les dosages sont égaux*.

Tous les autres, en effet, s'éloignent plus ou moins du dosage fondamental, à proportion de leur excès de charbon. Actuellement, parmi tous ces dosages vicieux, les auteurs qui en adoptoient un, entraînés, séduits, je ne sais comment, par l'illusion de quelques toises, n'envisageoient que cet avantage passager; de sorte que, négligeant de comparer entre elles les portées de tous ces dosages, ils n'apercevoient pas que l'éprouvette, aussi complaisante à certaines heures du jour, qu'elle est rigoureuse à d'autres en fait de portées, n'assignoit pourtant aucune supériorité décidée à quelque dosage que ce fût. Que s'ils entrevoyoient les inconvéniens du charbon dans celui de leur choix, au moins les croyoient-ils amplement rachetés par l'avantage de la portée, ce qui n'étoit qu'une illusion de plus.

Le dosage maintenant qui satisfait le mieux à tout ce qu'exige la poudre, c'est l'ancien, comme je pense l'avoir assez démontré dans ces Mémoires. D'après cela, il est à croire qu'on s'y tiendra désormais, non vaguement ou sur parole, comme par le passé, mais sur preuves, puisque la valeur en est incontestablement sanctionnée par l'expérience; car en effet, disons-le sans détour, des incertitudes nous donnèrent ce dosage vers la fin de l'avant-dernier siècle, des incertitudes nous l'ôtèrent vers le milieu du dernier. D'autres ensuite nous le rapportèrent, et l'on en usa jusqu'au commencement de 1794. Mais de nouvelles incertitudes, à cette époque, viennent le reprendre, et d'autres, à leur tour, le ballottent et nous le renvoient, vers 1808; et tout der-

nièrement encore l'on s'est vu, en 1811, faute d'idées bien arrêtées sur les dosages, à la veille de le perdre encore une fois, pour mettre à sa place celui de Hollande, le plus défectueux assurément de tous ceux qu'on ait jamais proposés. Cela a été pourtant le fruit de notre confiance dans les décisions de l'éprouvette. Certes, ce ne sont pas là des principes (1) !

On voulut, en 1795, revoir encore une fois nos deux dosages en concurrence, l'ancien, que l'on abandonna sur la proposition de MM. Pelletier et Riffault, et celui de Bâle, qu'on venait de prendre à sa place, après en avoir un peu corrigé l'excès du charbon. Mais avant de passer aux résultats, rappelons d'abord que ce dernier, dans leur commission, s'était montré supérieur à l'ancien, de deux à trois toises à peu près, ce qui, dans les idées qu'on avait alors de poudres fortes et de poudres foibles, étoit toujours, non pas un avantage, mais enfin quelque chose. Voici maintenant quelles furent leurs portées :

Dosage ancien ($75 : 12\frac{1}{2} : 12\frac{1}{2}$)...... 108 toises.
Moderne ($76 : 14 : 10$)...... 114.
Moderne, 2e épreuve......... 111.
Moderne, 3e épreuve......... 108.

Ainsi se réduisit à rien la supériorité de l'un sur l'autre. Ainsi l'avantage assigné par l'éprouvette une année auparavant, n'étoit autre chose, en réalité, qu'une des vacillations ordinaires de cet instrument.

---

(1) Dire qu'aujourd'hui en France on connoît parfaitement tout ce qui concerne la fabrication des poudres, *excepté leur dosage*, ce seroit sans doute s'exposer à de forts soupçons d'exagération : en cela, pourtant, on ne feroit autre chose que tenir le langage des auteurs du *Traité de la Poudre* 1811, membres eux-mêmes de l'Administration impériale de cette partie.

Prenons, par exemple, le dernier paragraphe de la page 294 et le premier de la suivante; dégageons ensuite le sens de l'entourage qui l'offusque, et nous finissons par y trouver un résultat qui, réduit à sa simple expression, comme disent les géomètres, équivaut à ce qui suit : *Nous ne connoissons point encore le dosage qui pourroit donner la plus forte poudre. Nous avons commencé de le chercher ; si nous le découvrons, nous en ferons part.* -- Mânes de Lavoisier ! quels aveux ! En 1772, époque où la Régie commença d'administrer les poudres, on usait de l'ancien dosage ; aujourd'hui, 1813, on s'en sert encore : si ce dosage n'est pas le meilleur, voilà donc, à l'heure qu'il est, 40 ans que nos fabriques attendent celui qui conviendroit le mieux à nos poudres !

A la Fère, en 1796, on voulut comparer, pour la troisième fois, ces mêmes dosages. Voici leur portée :

Poudre de Saint-Chamas.	Dosage ancien......	110.
de la Fère.	Dosage moderne.....	109.
	Idem....................	116.
	Idem....................	103.
	Idem....................	111.

Le terme moyen de quatre épreuves du dosage moderne étant $109\frac{3}{4}$, il n'y a pas, comme on voit, la plus légère différence de l'un à l'autre ; et comment, en effet, faire cas de ces minces différences, quand on voit ici une même poudre varier de 103 à 116 toises seulement entre quatre portées. L'éprouvette, à la fin, ne tient donc compte de rien. Mais voyons encore une quatrième comparaison, un peu plus circonstanciée que les autres.

L'Administration des poudres de Paris, voulant éclairer la Marine sur les réclamations que ce corps lui avoit adressées en 1806, ordonna de nouvelles recherches sur ce même dosage. En conséquence elle fit fabriquer deux nouvelles poudres qui furent battues l'une et l'autre quatorze heures de suite. Voici quelles en furent les portées, prises au sortir de l'étuve.

Dosage ancien...........	287 mètres.
Moderne.........	285.

C'est-à-dire que l'une et l'autre étoient encore de même force.

On essaya ensuite ces deux dosages avec six heures de battue seulement, et l'on vit cette fois-ci le moderne n'égaler l'ancien qu'une fois, puis rester cinq fois au-dessous de lui ; mais enfin, comme les différences n'étoient que de deux à trois mètres au plus, on en conclura, comme de toutes les autres comparaisons, que les portées n'indiquent absolument rien sur des dosages différens et battus ou six ou quatorze heures.

Encore une démonstration des surprises auxquelles on s'expose quand on accorde trop de confiance à cet instrument.

Les auteurs du Nouveau Traité de la Poudre offroient de remplacer le dosage de France, l'ancien, par celui de Hollande, qui, de l'aveu des fabricans mêmes, étoit ($75 : 11^{2} : 13\frac{65}{70}$), et cela, pour deux à trois mètres qu'ils trouvèrent de plus à ce dernier. Mais outre qu'en matière d'éprouvette, deux à trois mètres ne se comptent pas, on vient de voir que, ni les portées n'indiquent

diquent des dosages, ni les dosages des portées. Or en demandant un dosage étranger, sur le témoignage infidèle de ses portées, ils s'exposoient aux inconvéniens d'un choix défectueux; aucun ne l'est plus, en effet, que celui de Hollande, puisqu'il pèche par l'excès de plus de sept livres de charbon. Certainement, si de très-fortes différences dans les proportions de la poudre étoient capables d'influencer les portées de l'éprouvette, c'étoit bien là le cas de celle de Hollande. Malgré son extravagant dosage, cependant, cette poudre-là égaloit les nôtres en force; donc, encore une fois, deux poudres peuvent différer beaucoup par le dosage, *énormément même,* sans que l'éprouvette en donne la plus légère indication : et quand d'aussi grands excès en charbon n'ont pas cette influence sur les portées, comment ceux qui se réduisent à peu de chose l'auroient-ils? Cessons donc de nous étonner maintenant, si dans tous les dosages essayés par MM. Pelletier et Riffault, où les proportions du charbon étoient si éloignées d'un pareil excès, l'éprouvette se maintint obstinément à zéro. Si quelque chose enfin pouvoit manquer à la force de ces démonstrations, les résultats que nous allons rapporter acheveroient sans doute de nous l'offrir.

Dans l'année 1785, Letort fait fabriquer trois poudres avec les dosages suivans : $(75 : 12\frac{1}{2} : 12\frac{1}{2})$, $(75 : 15 : 10)$, $(75 : 17\frac{1}{2} : 7\frac{1}{2})$. Demander trois compositions plus différentes, plus éloignées de se ressembler, il seroit difficile, je crois, de les imaginer, et quelles en sont les portées? Le voici : c'est que les neuf épreuves qu'on en fit ne sortirent pas du cercle étroit de 109 à 102 toises. C'est bien là pour le coup ce qu'on peut appeler, dans une éprouvette, *ne pas se déranger!* Lors donc que d'aussi grandes différences dans les proportions n'affectent pas les portées de ces trois poudres, lorsque l'essor des fluides qui constitue la détonation n'en est ni accéléré, ni retardé, il faut donc reconnoître, une fois pour toutes, que l'éprouvette ou ses portées confondent tous les dosages, ne mettent par conséquent aucune distinction entre *les bons*, entre *les médiocres*, et entre *les mauvais;* car c'est là précisément la qualification qui convient aux trois dont nous nous occupons; d'où il suit enfin que cette qualification ne pourra plus dorénavant avoir de rapport avec ce qu'on appelle *la force* dans les poudres, parce que ce n'est maintenant plus sous cet aspect qu'un dosage peut être réputé bon, médiocre ou mauvais.

A l'aide de ces bases, maintenant nous allons essayer de por-

ter un jugement définitif sur la valeur de tous les dosages modernes qu'on a proposés jusqu'à ce jour, et le nombre en est déjà considérable; car nous en avons une liste de vingt-deux à vingt-quatre sous les yeux (1); elle iroit même bien plus loin, sans doute, si l'on pouvoit y joindre tous ceux qu'on a essayés partout ailleurs qu'en France; mais comme il seroit aussi fastidieux qu'inutile de les copier ici, nous les laisserons dans les Auteurs, dans les Mémoires particuliers, les manuscrits, etc., ceux qui s'occupent de cette partie pouvant toujours se les procurer.

Jugement sur les dosages modernes.

Premièrement, on ne pourra jamais proposer, pour un quintal de poudre, moins d'un sixième en charbon du poids du salpêtre, ou autrement, douze livres et demie de ce combustible, parce qu'il en faut indispensablement cette quantité-là pour satisfaire aux affinités de soixante-quinze livres de ce sel. Au-dessous de cette proportion, en effet, le salpêtre risqueroit de manquer de charbon, ce qui est aussi celle qu'après plusieurs tentatives Lavoisier choisit pour son travail sur la détonation. Tel est donc le premier point de départ dont il me paroît impossible de s'écarter.

Secondement, à quelque dose qu'on voulût porter le charbon dans tous les essais possibles, on ne pourroit jamais le porter au-delà de dix-huit livres trois quarts, parce que cela ferait justement le quart du poids du salpêtre, et l'on sent trop bien aujourd'hui quels seroient les inconvéniens d'un pareil excès dans la poudre, pour qu'il faille s'y arrêter davantage. Ainsi douze et demie, et dix-huit livres trois quarts de charbon, nous présentent les deux extrêmes entre lesquels il faut, de toute nécessité, choisir un dosage. Ces deux extrêmes excluent par conséquent toute proportion qui ne seroit pas comprise entre eux, à moins que l'art des poudres, renonçant tout-à-fait à la lumière du jour, ne voulût se hasarder encore une fois dans l'obscurité des tâtonnemens.

Tous les dosages actuellement qu'on pourroit insérer entre ces deux extrêmes, comprennent les vingt quatre que nous avons pu rassembler; et cela est aisé à connoître, il suffit pour cela d'ordonner leur salpêtre selon le n° 75, afin d'en rendre la comparaison plus facile. Mais tous ces dosages, dirons-nous, manifestent à l'épreuve une force égale à celle de nos deux extrêmes. Si cela

(1) Au temps de Tartaglia, 1606, on en comptoit déjà 26.

est, comme il n'y pas lieu d'en douter, il seroit donc bien inutile désormais de se fatiguer plus long-temps à tâtonner autour de ces dosages, à essayer de les fractionner de cent nouvelles manières, puisqu'aucun de ceux qu'on pourroit prendre maintenant dans cet intervalle, ne pourroit jamais amener quelque chose de plus simple et de plus avantageux, soit en forces, soit en qualités, que le premier de ces extrêmes, qui est tout justement l'ancien dosage, ou celui que tant d'auteurs ont voulu proscrire en France. S'il y a enfin quelque chose de démontré en Chimie, ce sont, je l'espère, les conclusions que nous venons de tirer des faits énoncés ci-dessus.

Ces considérations fournissent donc aujourd'hui des bases inébranlables à l'art de la poudre; elles ferment pour jamais, en effet, tout espoir de trouver mieux en cette partie, et le problème du meilleur dosage possible, matière éternelle de discussions entre les Corps militaires et les Régies, est enfin résolu. *Les savans*, dit quelque part l'auteur de l'Aide-Mémoire de l'Artilleur, *n'ont encore pu s'accorder sur le dosage qui convient le mieux à la poudre.* Cela est certain; mais grace à leur persévérance, ajouterons-nous aussi, cette lutte est désormais terminée.

C'est donc un fait invariablement démontré maintenant, que les poudres diffèrent entre elles comme leurs proportions, tout simplement, et non pas comme leurs forces, ainsi qu'on l'avoit cru, parce qu'à l'exception de quelqu'incident étranger aux dosages, sur lequel nous reviendrons, ces mêmes dosages, tant variés qu'on les voudra, n'ont aucunement le pouvoir d'influencer la détonation, de faire varier par conséquent les portées de l'éprouvette. L'Artillerie et la Marine pourront donc se rassurer désormais sur ces altérations de dosage et de battage, dont il leur avoit paru naturel de faire dépendre la variation des portées; ces variations-là procèdent d'une cause absolument différente de tout ce qui a trait à dosage, battage, etc., et d'une cause qui, venant à se compliquer du décroissement des portées, rend par conséquent la comparaison des poudres plus pénible qu'on ne pense, à raison des défalcations qu'il y auroit à appliquer aux résultats.

Quant à cette absence de rapports que nous venons d'annoncer entre la détonation et les différences du dosage, elle a de quoi surprendre au premier abord, et bien des militaires y renonceront avec peine. La Chimie cependant nous offre çà et là quelques analogies assez propres à nous faire concevoir ce manque de rapports; telle est la suivante :

Qui se seroit attendu, par exemple, au manque de concordance que les savans ont découvert entre le feu latent des corps et leur température apparente? Rien de plus démontré cependant, et l'on a cessé de s'en étonner : au thermomètre, en effet, tous sont à même température, quelles que soient d'ailleurs les quantités du feu qui leur communique la liquidité, l'expansibilité, etc. Mais dans l'essai des poudres, il y a aussi des effets du même genre; car à l'éprouvette toutes sont de même portée, quelles que soient d'ailleurs les proportions de leurs dosages : voilà, je pense, des analogies.

Indications de l'éprouvette sur le soufre des poudres.

Mais le mésaccord des portées avec les dosages va bien plus loin encore dans les poudres sans soufre. Ces dernières, par exemple, des expériences authentiques faites en Angleterre, en Espagne, en France, nous font voir que dans les grandes armes, comme à l'éprouvette, elles sont de même force que les poudres sulfureuses. Sous d'autres rapports cependant, elles sont bien éloignées de les égaler. Si l'on peut maintenant reprocher à l'éprouvette de ne donner, en matière de dosage, que des faits sans liaison, ce sera, je pense, dans des cas tels que le suivant. Letort fait fabriquer deux poudres que voici :

Salpêtre 75. Charbon 15........... Portée.... 112 toises.
Salpêtre 75. Charbon 15. Soufre 10............ 112.

Encore une fois, c'est bien là, dans l'éprouvette, *ne pas se déranger!*

Quant aux autres poudres, l'expérience apprend aussi que les variations dans la quantité du soufre n'affectent pas pour cela leurs portées; car des poudres de 3, de 5, de 7, de 10 et de 12 $\frac{1}{2}$ de soufre au quintal ne donnent pas pour cela des portées différentes. Chaptal l'avoit bien reconnu ; dès-lors il seroit instructif de décider à partir de quel excès, soit en charbon, soit en soufre, ajouté progressivement à un dosage fixe, tel que l'ancien, par exemple, les portées commenceroient à indiquer des différences dans la force des poudres. De pareils résultats donneroient bien des lumières sur le tempérament de l'éprouvette.

Jugement sur les poudres anciennes.

Sous les règnes de Louis XII, Henri IV et Louis XIII, la poudre la plus forte étoit parfaitement connue : c'est celle que

les Italiens et les Vénitiens désignoient par *poudre de six points*, ou de six *as* et *as* (1), c'est-à-dire, salpêtre 6, charbon 1, soufre 1 ; l'Artillerie néanmoins usoit assez généralement de celles de cinq et même de quatre *as* et *as*. Mais ces deux dernières sont comprises entre les deux extrêmes que nous avons fixés, et l'expérience fait connoître qu'elles sont aussi fortes que ces extrêmes, de même force que celle de *six as* et *as* par conséquent, de même force enfin que les nôtres, puisque c'est là tout justement notre dosage. La poudre de ces siècles-là, plus charbonneuse à la vérité, valoit donc autant que celles d'aujourd'hui. Faut-il s'étonner maintenant de ces effets prodigieux si renommés par l'histoire, et qui, dans les campagnes d'Italie, valurent au canon français le surnom d'*artillerie formidable?* Il n'y a donc pas de l'art de ces temps-là, à celui de nos jours, autant de différence qu'on pourroit se l'imaginer. Ruscelli, dans l'ouvrage de qui nous trouvons déjà la pulvérisation du salpêtre par l'agitation de sa liqueur, Ruscelli donnoit en 1568 la poudre suivante, *come piu fina è piu gagliarda* (75 : $12\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$) ; c'est notre dosage. Ainsi le pur tâtonnement avoit conduit les anciens aussi loin en matière de poudre, qu'auroient pu le faire aujourd'hui toutes les connoissances de la Chimie : et l'addition du soufre, pour remplacer les inconvéniens de l'excès du charbon et accroître la véhémence de la détonation, fut un trait de génie, quel que soit l'auteur de la poudre.

Indications de l'éprouvetté dans le battage.

Mais c'est une question résolue. On a pu voir dans le Mémoire précédent, qu'après deux heures, que dis-je, après vingt à trente minutes de battage, les portées n'indiquent aucun accroissement

(1) Si l'on soustrait l'excès de charbon qu'a le dosage quatre as et as sur l'ancien, ou six as et as, on trouve que cet excès se monte justement à demi-gros par once de poudre. Mais si actuellement la portée ordinaire à l'éprouvette n'est pas affectée par un gros et demi de charbon, ce qui forme le plus grand excès possible, comment celles de tous les dosages qui redescendent vers celui de six as et as, et dont l'excès, par conséquent, va toujours en diminuant, comment leurs portées, dis-je, pourroient-elles s'en ressentir? Ce que l'expérience de l'éprouvette démontre, le raisonnement le confirme donc ; c'est qu'en effet tous les dosages compris entre quatre et six as et as, ne peuvent donner que des poudres de même force. Certainement, s'il s'agissoit d'analyser deux charges d'éprouvette, dont l'une auroit un gros et demi de charbon, autant de soufre, de plus que l'autre, on y trouveroit de grandes différences ; mais qu'importe ici pour le présent, si la détonation ne tient pas compte de ces différences.

dans la force des poudres; et même les poudres dont les ingrédiens ont été mal triturés n'en donnent pas moins des portées aussi satisfaisantes que les mieux soignées sous ce rapport. On s'en aperçut bien dans les expériences qu'on reprit à Essone en 1806, sur les dosages. Dans le travail de MM. Riffault et Pelletier, au sujet de l'humidité du salpêtre, ils eurent beau varier aussi le temps des battages, tout devint égal pour l'éprouvette, qui ne tint compte de rien. A la découverte que nous avons faite sur les dosages, il faut donc encore ajouter celle-ci : c'est qu'*entre les portées et le temps des battages, il n'y a aucun rapport assignable.*

Nombre de faits viennent encore appuyer ces conséquences. Les poudres rondes, par exemple, sont tout aussi fortes, et souvent même beaucoup plus que les poudres anguleuses, comme on le vit dans la comparaison que le comte de Rostaing fit faire des poudres de Soleure, de Berne et de Lucerne, avec les nôtres; comme on l'a vu depuis aussi, dans celle qui fut faite sur les poudres rondes de M. Champy, par une commission créée exprès pour cet objet; d'où il résulte, pour le dire en passant, une conséquence fort singulière. Puisque la différence dans le dosage n'est pas capable d'augmenter la force des poudres, comme nous l'avons démontré, il faut donc que l'excès de force des poudres rondes sur les anguleuses, dépende de causes purement mécaniques. Que de conséquences à la suite de cette remarque! Revenant à notre objet : toutes les poudres rondes se fabriquent sans battage.

Rien, au reste, ne découvre l'inanité de nos opinions sur ces différens points, et notamment les écarts auxquels on s'expose avec l'éprouvette, comme les faits qui vont suivre.

On vit à Essone, en 1811, des poudres rondes qui, joignant à beaucoup d'imperfections le défaut d'avoir perdu une bonne partie de leur salpêtre, n'enfournissoient pas moins 267 mètres de portée, tandis que les poudres courantes et de *quatorze heures* de battue n'atteignoient qu'à 261 ; de sorte que si l'excès de force des premières étoit aussi sûr au canon qu'à l'éprouvette, ce seroit réellement un avantage de n'employer à la guerre que des poudres rondes dégradées dans leur dosage, ou tout au moins réduites à leurs proportions. C'est donc par conséquent un fait bien établi, que le *battage n'est point une condition essentielle à la force des poudres*, et c'en est un autre encore, qu'on peut soustraire hardiment une partie du salpêtre, pousser l'infidélité fort loin à cet

égard, bouleverser par conséquent les rapports les mieux calculés, sans que les portées de l'éprouvette en donnent le plus léger indice, et souvent même encore très-loin de cela, puisque nous venons de voir cet instrument accorder la palme aux poudres les plus défectueuses.

Chaque jour cependant je vois qu'on l'invoque avec beaucoup de confiance sur tous ces objets. J'avouerai néanmoins, que dans tout ce que j'ai été à même d'observer par moi-même, je n'ai jamais vu l'éprouvette répondre catégoriquement à quoi que ce soit. Quels que soient, au reste, ses services et la confiance qu'on lui accorde, on voudra bien pourtant m'accorder aussi un certain nombre de points, tels que les suivans, par exemple, dont les uns sont déjà démontrés, et les autres ne tarderont point à l'être. C'est que,

1° Les poudres bien ou mal dosées, surchargées par conséquent d'une combustion inutile ;

2° Celles dont on a supprimé le soufre à l'entier ou en partie;

3° Celles dont on a supprimé du salpêtre par erreur ou par infidélité ;

4° Celles dont les charbons paroissent les plus éloignés d'y convenir;

5° Celles dont les ingrédiens sont secs ou humides;

6° Celles dont les ingrédiens ont été bien ou mal pulvérisés;

7° Celles enfin qui ont été battues peu, beaucoup ou point du tout ; toutes sont parfaitement accueillies à l'éprouvette, toutes, en un mot, s'y confondent par la plus insignifiante égalité dans les portées.... La détonation, derechef, tient-elle compte des modifications que ces différentes causes peuvent occasionner à la poudre? Et si l'on considère actuellement que toutes les objections un peu sérieuses qu'on pourroit former contre une poudre sont à peu près comprises sous ces principaux chefs, à quels cas l'éprouvette sera-t-elle donc applicable, si celles-ci ne sont plus de son ressort?

J'ai reçu de Delft le procès-verbal de cent douze coups d'épreuves résultans de l'examen de cent quatorze milliers de poudre trouvés dans les magasins de Hollande. Je ne cesse de me demander quelles lumières on a pu retirer de ces portées, qui n'ont maintenant de rapport ni au salpêtre, ni au charbon, ni au soufre, ni à leurs proportions, ni à leur battue, ni à la qualité de leur grain, ni à saconservation, ni, ni, ni, etc., etc.

L'éprouvette, au reste, ne peut satisfaire qu'à bien peu de ques-

tions, puisqu'elle n'a jamais que deux réponses à faire : des portées longues ou des portées courtes. Son application à l'examen des poudres est donc infiniment plus bornée qu'on ne pense; et certainement c'est pour n'avoir pas connu assez à temps cette vérité, lors de leur commission, que MM. Pelletier et Riffault s'égarèrent dans un abîme de questions étrangères à l'éprouvette : mais donnons à tout ceci quelques développemens.

Ces commissaires, par exemple, font fabriquer treize cents liv. de poudre ; ils répètent scrupuleusement neuf à dix dosages; les battues en sont variées depuis deux jusqu'à vingt-une heures; les substances sont prises dans tous les états possibles, afin de trouver pour chacune d'elles le mode qui sera le plus avantageux à la poudre. En conséquence, restauration de dosages, rechanges, arrosages, évaluation des différentes espèces de grains, des poussiers, toutes les manipulations qui s'y rapportent, tout cela est varié, conduit, surveillé avec une rigueur telle, qu'en fait de poudre, aucune commission, le dirai-je, n'aura jamais été ni plus étendue, ni mieux suivie que celle-là. Tout à l'heure on arrive au dénouement. Deux cent trente coups d'épreuve vont décider bientôt de la qualité de tant de poudres, et les commissaires enfin touchent au moment si impatiemment attendu de recueillir des conséquences claires, précises, propres en un mot à éclairer définitivement l'objet de leur mission. Et quel est le résultat de tant de travaux ? Le croira-t-on?... Des énigmes, des réponses impénétrables !... Celles de la Pythie, en vérité, ne furent jamais plus obscures

L'éprouvette, en effet, au lieu d'éclairer quelques-uns des points qu'on va lui consulter, se met à labourer tranquillement la terre sur une étendue de quatre à cinq toises au plus, ce qu'elle eût infailliblement fait si on eût essayé la première venue de toutes ces poudres pendant deux cent trente fois de suite : l'éprouvette enfin ne résout aucune difficulté, ne fournit aucune induction, aucun aperçu ; en un mot, elle n'éclaircit, elle ne tient compte de rien absolument. Est-ce donc là ce qu'ils devoient attendre de cet instrument qu'autrefois M. de Saint-Auban exalta si haut, pour abaisser si bas l'éprouvette de Darcy ?

Pourquoi, au reste, en exiger plus de solutions qu'elle n'en peut donner ? Puisque chaque essai se répète trois fois de suite, deux cent trente coups d'épreuve supposent par conséquent soixante-seize questions à résoudre. Mais l'éprouvette n'a que deux réponses à faire. En la consultant exclusivement sur tout,

on

on vouloit donc que ces deux portées-là, longue ou courte, donnassent la solution de soixante-seize problèmes! L'éprouvette n'en fit rien, car elle ne répondit à rien.

A l'aide de ces notions, maintenant on peut juger déjà que les auteurs de la Commission, entraînés par l'opinion d'alors, que les portées longues assuroient seules des poudres fortes, ne manqueroient point de préférer le dosage qui l'emporteroit sur les autres, ne fût-ce que d'une toise : aussi leur choix se fixa-t-il sur celui de Bâle, qui eut effectivement cet avantage. Ainsi fut exclu de sa patrie le dosage de nos pères, supérieur à celui de Bâle, qui n'est lui-même, au fond, qu'un de nos anciens dosages de France. Mais à l'exception des deux à trois toises qui décidèrent la chance en faveur de celui de Bâle, à l'exception de ce mince avantage, que des épreuves postérieures eurent bientôt effacé, l'éprouvette se maintint, sur toutes les questions des commissaires, dans la plus parfaite indifférence; elle confirma donc par là, qu'il n'est aucunement de son ressort de nous donner des lumières sur la qualité des ingrédiens, sur leurs proportions, sur le temps de leur battage, ni enfin sur aucune de ces modifications par lesquelles les auteurs essayèrent d'augmenter la force des poudres, de cette mixtion, après tout, qui n'en est déjà plus susceptible depuis plusieurs siècles, puisque dès avant celui de Louis XII, le dosage de six *as* et *as* en avoit déjà monté la puissance à son *maximum*.

Ces vérités, quoique d'un genre négatif, n'en sont pas moins infiniment précieuses; elles démontrent jusqu'à l'évidence, que l'éprouvette n'est point un instrument qui suffise à l'examen des poudres, comme la routine, toujours ardente à saisir les moyens de perpétuer son empire, ne cesse de l'assurer; elles nous avertissent en même temps, qu'il est indispensable de resserrer la confiance trop étendue qu'on lui avoit accordée; qu'il est temps enfin d'écarter de son usage une multitude de questions qui lui sont étrangères, pour la rappeler exclusivement à celles que des portées courtes ou des portées longues sont dans le cas de résoudre. Nous essaierons peut-être ailleurs de la ramener aux fonctions dont nous venons de tracer l'objet.

Indications de l'éprouvette sur les charbons.

Faute d'avoir étudié suffisamment les habitudes de l'éprouvette, ou pour mieux dire encore, celles de la détonation dans cet instrument, on s'est persuadé que ses portées devoient fournir

aussi des lumières sur la qualité des charbons ; mais il me paroît aujourd'hui qu'on en a beaucoup trop attendu. C'est encore le travail de Letort qui va rectifier nos idées à ce sujet. Il fait fabriquer cinq poudres de guerre avec les charbons suivans. Voici leurs portées :

Charbon de	peuplier......	113 toises.
	marronnier...	110.
	tilleul.......	110.
	châtaignier...	109.
	bourdeine....	110.

Voilà donc encore quinze épreuves qui circulent entre 109 et 113 toises; et comme l'écart de quatre toises est moindre réellement que celui qu'auroit fourni une seule et même poudre dans quinze épreuves consécutives, il est bien évident que l'éprouvette, pour cinq charbons très-différens, ne se dérange cependant pas du tout. Il faudroit d'ailleurs ne pas connoître le tempérament de cette machine, pour ne pas savoir, d'une part, que le premier coup d'une suite d'épreuves a toujours l'avantage, conformément à la loi du décroissement des portées, et de l'autre, qu'à moins d'avoir recommencé ces épreuves, en en renversant l'ordre le lendemain, il est impossible d'allouer une supériorité décidée à l'un quelconque de ces charbons. Il faut se rappeler ensuite, qu'aussitôt que le soufre est en présence, il efface à l'instant presque toute la différence qu'il peut y avoir de charbon à charbon, relativement à leur combustion, par l'oxigène du salpêtre. Rien d'impropre assurément comme celui de châtaignier, s'il s'agissoit de faire des poudres sans soufre ; car on peut voir sur mon échelle de combustibilité combien il est en effet éloigné de ceux qu'on appeloit autrefois *doux* et *légers :* mais le soufre entre-t-il dans le mélange? Ce combustible le remonte, je ne sais comment, il est vrai, au pair des meilleurs charbons, ainsi que la plupart de tous ceux qui d'ailleurs y conviendroient le moins. Lors donc que le soufre efface totalement l'énorme différence qu'il y a du charbon de châtaignier à celui de bourdeine, par exemple, il ne faut plus aller croire que l'éprouvette soit capable de nous faire remarquer celles qui pourroient distinguer des charbons aussi doux, aussi peu différens entre eux que ceux de peuplier, de bourdeine, de tilleul, etc. Et quand d'ailleurs sa détonation n'est jamais dérangée par de très-fortesaltérations dans le dosage, par des causes bien autrement puissantes dès-lors, que toutes celles qui peuvent venir de la différence des charbons,

il sera je crois beaucoup plus sage de remettre à zéro des distinctions aussi équivoques, en attendant une revue plus circonstanciée de ces objets, et confirmée surtout par de meilleures notions de chimie.

Pour se convaincre, au surplus, de la fragilité de ces distinctions de fabrique, que l'on a cru suffisamment fondées sur deux à trois toises de différence, différence qui, en réalité, n'est rien aux yeux de quiconque entend le langage de l'éprouvette, il ne faut que considérer un moment ces altérations de l'influence atmosphérique, qui dans un même jour abaissent ou relèvent les portées, selon l'heure où on les commence; et comme, dans toutes ces classifications on n'a jamais eu égard à cette influence, et dès-lors à la défalcation qu'il auroit fallu appliquer aux portées, on jugera de la confiance qu'elles peuvent mériter aux yeux des artilleurs et des chimistes; et par conséquent encore, la doctrine nouvellement établie sur les charbons neufs, les charbons vieux, les charbons à la retorte, les charbons au cylindre, les charbons étouffés à l'étouffoir, les charbons éteints à l'âtre, les charbons de branches, les charbons de bûches, etc., dont les différences ne passent jamais au-delà de celle que le premier venu d'entre eux a coutume de donner, quand on le soumet à cinq ou six épreuves de suite.

Les tableaux qui suivent nous donneront quelques exemples de plus de toutes ces futiles évaluations.

On fait des poudres de guerre avec les six charbons suivans. Voici leurs portées :

Charbon de saule........	172 mètres.	Même éprouvette.
de bourdeine....	250.	
de peuplier.....	252.	
de chanvre......	254.	
de sanguin......	256.	
de coudrier.....	257.	

Concluroit-on, par exemple, de ces variations-là, que le charbon de bourdeine est moins propre que celui de coudrier pour la poudre ? On auroit grand tort; et ainsi des autres. Renversez l'ordre des essais, et vous retomberez dans une confusion dont une troisième épreuve ne vous tirera certainement pas. Il en faut dire autant de la comparaison qui va suivre, où le coudrier

donne la plus foible poudre, tandis que dans le tableau ci-dessus l'avantage est pour lui.

Coudrier........	316 mètres.	
Saule...........	318.	Même éprouvette.
Bourdeine.......	319.	
Chanvre........	320.	

Disons la même chose du saule, qui donne ici une très-bonne poudre, lorsque dans le tableau précédent, quelqu'anomalie, quelqu'accident qu'on n'aura point observé, en a fait une poudre détestable.

En 1811 on commande, sur le charbon de chanvre, sur celui-là même qui entroit dans la composition de ces poudres, dont Pedro Navarro fit en 1481 un si fâcheux essai contre nous, des expériences: et ces expériences-là le condamnent comme un très-mauvais charbon. Mais bientôt après l'on voit arriver des expériences non commandées qui le relèvent d ce jugement (1). Voilà les lumières que nous tirons de l'éprouvette, quand on la manœuvre empyriquement et sans égard aux attentions que commandent les auteurs d'artillerie et les connoissances du jour.

Ainsi beaucoup plus de charbons qu'on ne pense conviennent à la poudre, à cause de l'avantage qu'a le soufre d'aviver, si je puis dire ainsi, la combustibilité des plus tardifs; et ce n'est réellement que lorsqu'une dureté excessive les empêche de se laisser diviser, de se parfondre intimement avec les autres parties, que les charbons commencent à n'y plus convenir. Alors aussi la détonation commence à languir; elle avertit, par la diminution des portées, qu'on lui a livré des poudres moins combustibles, ou qui, en temps égaux, ne brûlent pas aussi abondamment que les poudres de charbons tendres.

Ainsi l'on voit dans d'autres épreuves de Letort, les poudres de charbon de chêne ne fournir que 102 toises, quand celles de bourdeine donnoient toujours 109. Et pareillement, dans un autre tableau de comparaison qui m'a été communiqué, le chêne ne donner encore que 154 mètres, quand celui de bourdeine alloit à 172. La seule règle à suivre dans le choix des charbons, sera donc toujours celle qui nous a été transmise par l'Espagne et

(1) Le lecteur, enfin, voudra bien se rappeler que la poudre d'un même charbon peut donner dans une même matinée les portées suivantes, 242 mètr., 253 et 264.

l'Italie, savoir ; que tout charbon qui, à l'avantage du meilleur marché possible, joint celui d'être si friable, si tendre, si diffusible entre tous les autres ingrédiens, qu'aucune trituration préalable n'y soit nécessaire s'il se peut, sera toujours le meilleur. Or on vient de voir si ce sont là des qualités dont l'éprouvette puisse nous instruire.

Commission du 31 *janvier* 1794.

M. Guyton reçut à cette époque la commission d'entreprendre des recherches sur la poudre, d'en varier le dosage et la trituration, afin de découvrir, s'il étoit possible, de nouveaux moyens de la perfectionner.

M. Guyton proposa en conséquence six dosages, qu'on exécuta de suite à Grenelle, où se firent aussi les épreuves. J'ai regretté que cet estimable savant, qui m'a confié avec tant de franchise tout ce qu'il avait d'observations sur la poudre, et dont j'ai fait un si grand usage dans ces Mémoires, n'ait pu retrouver le journal de leurs portées; mais je ne doute plus aujourd'hui que celles de ces six poudres se seront tellement rapprochées, qu'on n'y trouveroit actuellement qu'une confirmation de plus du silence que l'éprouvette garde sur tout ce qui s'appelle *dosage*, *battage*, etc.

Essai de théorie sur la poudre.

Essayons quelques idées sur cet objet. Si, comme on n'en sauroit douter, les résultats que nous venons de réunir ici sont incontestables, il faut bien admettre enfin que les proportions de la poudre peuvent varier entre les deux extrêmes que nous avons fixés, et par conséquent dans une latitude assez considérable, sans que sa détonation ou ses portées en soient sensiblement affectées.

D'où il suit, que puisque toutes ces proportions fournissent des poudres d'égale force, il n'y a plus véritablement que celle qui constitue le premier de nos extrêmes, qui puisse donner un dosage capable de satisfaire à tout ce qu'exige la théorie. Mais ce dosage, comme je l'ai dit ailleurs, ne peut jamais non plus suivre rigoureusement le rapport que l'on a découvert entre l'oxigène et le carbone, par plusieurs raisons que voici.

D'abord, parce que la quantité absolue de cet élément n'ayant encore été déterminée dans aucun des charbons que nous destinons à la poudre, il seroit dès-lors impossible de fixer exactement

le poids de ceux qu'on voudroit mêler au salpêtre. En second lieu, parce que la poudre n'étant point une combinaison, mais un simple mélange de corps appropriés à fournir des combinaisons, lorsqu'ils éprouveront une certaine température, il faut bien ici, comme dans tous les cas de ce genre, accorder un certain excès au facteur que l'on destine à la saturation des autres, ce qui, dans le fond, exige toujours un contact de parties, large, facile, et par cela même plus nombreux qu'il ne faudroit à la rigueur. Il faut bien encore que cet excès puisse couvrir le déficit que la quantité du carbone éprouve du mélange d'une multitude de choses hétérogènes, telles que cendres, sels, oxides, humidité, gaz étrangers, parties de charbons plombaginés, etc.

De ces principes nous déduirons encore, que la poudre, dans ce dosage, atteint réellement le *maximum* de puissance auquel visent les principes : premièrement, parce qu'aucun autre dosage connu ne peut l'emporter sur lui à cet égard, et en second lieu, parce que, dans l'état actuel de nos connoissances sur les ingrédiens de la poudre, nous voyons qu'il est impossible d'en tirer, par la détonation, des produits plus nombreux, ou d'en accélérer davantage l'émission. Ce seroit, en effet, l'unique moyen de tendre plus fortement les deux ressorts de sa puissance, qui sont, comme on sait, le volume des gaz et la vîtesse de leur débandement.

Mais une autre vérité découle de ces faits, qui, je le crains bien, ne sera point aussi promptement accueillie des artilleurs que des chimistes. Ce n'est pas parce qu'ils auroient à m'opposer des faits, mais c'est uniquement parce que Bélidor, Robins, Hutton, Lombard, etc. les ont élevés dans une opinion contraire à celle que j'oserai combattre ici; la voici : *Nul dosage ne peut donner deux poudres ; il n'y a par conséquent ni poudre forte, ni poudre foible.*

Développons ceci maintenant. Comment, avec un mélange de substances toujours semblables, toujours dosées, toujours battues de la même manière, pourroit-on, en effet, obtenir, je ne dirai pas plusieurs, mais seulement deux poudres différentes? La théorie est bien éloignée d'en autoriser la possibilité. D'abord, en considérant la nature immuable du salpêtre, du soufre et du charbon, quand on n'en change pas, il est facile de juger que jamais ces substances ne peuvent produire autre chose que de la poudre d'une seule qualité. Admettons, pour un moment, que *n* de salpêtre puisse fournir en poids ou en mesure, comme on voudra, soixante parties de tous les élémens mesurables que produit sa

détonation. Admettons ensuite, que la poudre qu'on en tirera peut porter le globe de l'éprouvette à soixante toises; ceci n'a certainement rien qui choque la raison.

Pour concevoir maintenant que ces mêmes ingrédiens, ce même dosage, cette même poudre enfin pût, dans d'autres occasions, donner aussi des portées de 90, de 100, de 110, de 120 et de 125 toises, comme l'a fait Lombard, et même de 140, comme l'ont dit d'autres auteurs, en s'appuyant les uns et les autres de perfectionnement dans la manipulation, que rien ne démontre; il faudroit donc supposer alors aussi que la quantité des élémens mesurables de cette poudre peut s'élever progressivement à 90, à 100, à 120 et même à 140. Or cela est impossible, absurde par conséquent. Mais si la Chimie se refuse à cette supposition, elle n'admet donc plus alors, que les variations de force dont nous venons de parler puissent procéder des ingrédiens, de leur dosage ou de leur trituration, altérés ou manipulés enfin de quelque façon que ce soit. Et enfin quand l'on assure que les poudres d'aujourd'hui donnent 140 toises, lorsqu'en 1772, époque où la Régie se chargea de leur fabrication, elles ne portoient qu'à 80 (ils ont dû dire 90), il est de la dernière évidence que quelqu'illusion particulière aura surpris le jugement de ces auteurs. Ainsi en s'en tenant fermement aux principes, on voit qu'il n'est pas, en effet, dans la nature des ingrédiens de la poudre, qu'on ait jamais pu, selon les temps ou les manipulations, qu'on puisse même aujourd'hui en tirer des produits de différentes portées, ou à différens titres de force; ou bien, pour en établir solidement la possibilité, il faudrait donc présenter actuellement deux poudres tirées d'une même composition, la première à 90 toises, et la seconde à 140: or voilà un problème dont je me tiens pour assuré que nous ne verrons jamais la solution.

Mais aussi pour concevoir l'uniformité des poudres, il faut se prêter à une supposition; il faut écarter d'ici pour un moment l'influence accidentelle d'une cause purement mécanique qui alonge, ou qui accourcit parfois la portée des épreuves. Cette cause, quelle qu'elle soit, dérange donc quelquefois le mode ordinaire de sa détonation; mais excepté cet incident, qu'on ne voit pas tous les jours, la poudre alors ne s'écarte point de cette loi générale de la nature, qui assujétit toutes les combinaisons possibles à une mesure de quantité ou d'action invariable. Telles sont en effet toutes les poudres, de quelque dosage qu'elles soient, pourvu, que leur détonation ne se trouve pas dérangée par cette

influence, sur laquelle d'ailleurs nous nous expliquerons plus amplement, en considérant la poudre sous d'autres aspects.

Tout ceci nous achemine aussi à une dernière conséquence sur l'éprouvette; la voici : C'est que si la cause qui parvient à changer quelquefois l'état des poudres n'avoit jamais lieu, ou qu'il fût possible de l'anéantir tout-à-fait, nos poudres se trouvant toutes alors, comme nos monnoies, à un titre invariable, l'éprouvette ne seroit enfin qu'un instrument de la plus parfaite inutilité; et cela est évident, je pense: car n'ayant plus à nous avertir de l'influence de la cause en question dans les portées, n'ayant plus à nous rendre ce service, son emploi, par conséquent, se réduiroit à rien, puisqu'elle n'a, de reste, rien à nous apprendre, ni sur l'état des ingrédiens, ni sur leur dosage, ni sur leur trituration, ni enfin sur aucune autre chose que ce soit.

CONSÉQUENCES.

1°. Il n'y a aucun rapport assignable entre les portées de l'éprouvette et les dosages de la poudre, tant que ceux-ci se renferment entre les limites que nous avons fixées, attendu que toutes celles qu'on pourroit choisir entre ces deux termes donnent, y compris ces mêmes termes, des poudres d'une force égale.

2°. Il n'y a aucun rapport entre les portées et les temps du battage, puisqu'après vingt minutes et vingt-une heures de battue, ces portées restent toujours les mêmes.

3°. Il n'y a aucun rapport entre les portées et la qualité des charbons légers ou à peu près, qu'on a essayé de faire entrer dans la poudre.

4°. Le dosage dit *ancien*, donnant, avec la moindre quantité possible de charbon, autant de puissance que quelqu'autre que ce soit, le problème du vrai dosage est résolu.

5°. La poudre ne marquant rien à l'éprouvette après deux heures de battue jusqu'à vingt-une heures, l'égalité de ses portées démontre que si elleacquiert par ce moyen quelque qualité utile, l'éprouvette n'en donne aucun signe.

6°. Toutes les poudres sont égales en force, hors le cas où une cause étrangère à leur composition vient à influencer leur détonation.

7°. L'éprouvette, en 1794, prononça en faveur du dosage de Bâle, inférieur sous tous les rapports à l'ancien; en 1795 elle ne

prononça

prononça rien; en 1796 elle garda le même silence; en 1808 elle ne fit qu'augmenter les incertitudes sur les dosages; en 1811 elle exposa nos fabriques à recevoir le plus mauvais dosage possible. L'éprouvette, d'après cela, n'est donc propre qu'à nous induire en erreur sur les dosages, sur les ingrédiens, sur le battage, etc. Mais il y a un cas où elle peut être utile; ce que nous examinerons dans la suite.

Craon, 1er août 1813.

ÉPROUVETTE DE DARCY.

Au mois d'août de 1802, une troisième Commission fut chargée d'aviser à de nouveaux moyens pour donner à la poudre de guerre le degré de perfection dont on la jugeoit encore susceptible. Annoncer que dans cette occasion on appela MM. les généraux Daboville et Vavasseur, et MM. Guyton, Champy et Baillet, c'est assez dire que toutes les lumières de l'Artillerie, réunies à celles de la Physique et de la Chimie, ne laisseroient rien à desirer pour que le vœu du Gouvernement fût rempli.

Ces savans arrêtèrent, en conséquence, une suite d'opérations dont le but principal devoit être surtout d'abréger, s'il étoit possible, la durée du battage; car depuis 1794, c'étoit toujours là le point sur lequel on insistoit. Quelque nombreux, en effet, que puissent être les moulins d'un empire, y a-t-il rien de plus opposé à la célérité de ses approvisionnemens et à l'expédition qu'exigent souvent les cas fortuits, comme cette lenteur accablante de vingt-une, de douze ou de quatorze heures de battage aujourd'hui, pour faire quoi? quelque chose d'aussi simple que le mélange des ingrédiens de la poudre. Quoiqu'à cette époque on suivît le dosage moderne dans nos fabriques, la Commission jugea néanmoins plus à propos de prendre l'ancien, et d'appliquer à ses résultats l'éprouvette à recul de Darcy, au lieu du mortier d'ordonnance. Mais avant d'entrer dans les détails, il sera bon, je pense, de donner ici un extrait des opinions qu'on avait déjà sur cette éprouvette, et même aussi de celles qu'on en a conservées jusqu'à présent.

MM. Bezout et de Montigny en firent les premiers un éloge particulier, dans le Rapport qu'ils furent chargés de présenter à l'Académie en 1777. Cette machine, dirent-ils alors, *va surpasser tout ce qu'on a vu dans ce genre*, et ils finirent par

insister sur les avantages que le service du roi pourroit incessamment se promettre de son usage.

Dans la Commission qu'on créa en 1794, pour rédiger des programmes sur les fonderies, sur la poudre, etc., on en avoit aussi la même idée. L'éprouvette de Darcy, dit-on, *peut être regardée comme la plus exacte*.

Les auteurs du Nouveau Traité de la Poudre enchérissent de leur côté sur ces éloges, en disant, page 358 : *L'Administration possède la plus belle qui ait encore été faite; elle est sans contredit la plus parfaite de toutes celles dont nous venons de parler, pour essayer la poudre de chasse*, etc., etc., 1812.

Voilà, par conséquent, une opinion bien établie en faveur de cette éprouvette. Il y a trente-six ans à peu près, aujourd'hui, qu'on la conserve à l'Arsenal de Paris; d'après cela, l'on peut juger qu'y ayant été bien étudiée, l'on en connoît parfaitement la marche et les habitudes. Darcy essayant à la sienne des poudres de chasse et de guerre, les auteurs du Traité s'en sont également servi pour cette dernière; aussi la Commission crut-elle, de son côté, pouvoir l'appliquer en toute confiance à l'épreuve des poudres de guerre qu'elle venoit de faire fabriquer à différentes heures de battue. Je ne rapporterai rien de l'interminable controverse qu'occasionna cette éprouvette, entre MM. Darcy et de Saint-Auban, parce qu'au lieu de l'expérience, ce fut, si je ne me trompe, l'esprit de corps qui fournit à tous les argumens que l'on s'opposa de part et d'autre, pour défendre éprouvette contre éprouvette. Ici, au contraire, nous allons nous borner à ne présenter que des faits, comme étant les seuls d'après lesquels on puisse juger sainement de cet objet.

HEURES DE BATTUE.	RECULS MOYENS.	RECULS PARTIELS.
Poudre battue pendant 2 heur.	253	258. 248. 255.
3	242	239. 246.
Venue de Saint-Omer. 3	257	254. 260.
4	253	258. 249.
5	252	251. 253.
6	260	258. 263.
6	241	247. 236.
Prise au magasin pour comparaison. 6	259	300. 287. 300.
21	270	261. 276.

Analysons maintenant ces résultats, et voyons si, entre les reculs de l'instrument et la durée des battages, il y a des rapports plus décidés que n'en donne le mortier en pareille circonstance.

1°. Pour première anomalie, nous découvrons d'abord une poudre de deux heures, plus forte qu'une autre de six heures de battue.

2°. Une poudre battue trois heures à Saint-Omer, l'être plus que sa pareille battue le même temps à Essone.

3°. Une poudre de quatre heures, ne l'emporter ni sur une de deux, ni sur une de trois, mais surpasser une de cinq et une autre de six heures.

4°. Une autre de cinq heures, plus forte qu'une de six, mais plus foible que trois autres poudres, savoir, de deux, de trois et de quatre heures de battue.

5°. Une poudre de six heures, qui l'emporte de 19 degrés sur une autre de six.

6°. Et enfin une poudre de six, tirée du magasin, surpasser considérablement deux autres de six, et une surtout de vingt-une heures.

Que ces résultats nous disent maintenant quels rapports ou quelle concordance il y a entre les reculs de cette éprouvette et la durée du battage? Pour nous, nous avouerons franchement que nous n'y découvrons rien du tout.

Ce qu'on aperçoit de moins obscur dans ce tableau, c'est qu'à cette éprouvette, comme au mortier, la poudre est faite après le premier de ces battages, c'est-à-dire après deux heures; car en effet, entre les reculs partiels qui correspondent à deux, à six et à vingt-une heures de battue, l'on voit le retour de nombres qui ne diffèrent pas sensiblement, tels que ceux 258, 261 et 263. Nous n'étendrons pas plus loin ces conséquences; mais nous dirons que la Commission, ne jugeant point qu'il lui fût possible pour le moment, de tirer de ces faits des améliorations au travail de la poudre, se borna à proposer quelques avis généraux sur sa meilleure conservation dans les magasins, dans les transports, etc. Tels résultats produisirent ces épreuves, faites avec *la plus exacte, la plus belle et la plus parfaite éprouvette qu'on connoisse.*

Peut-être dira-t-on qu'en faisant marcher ensemble ces deux instrumens, l'on pourroit alors éclairer l'un par l'autre, et tirer de leur accord des conséquences plus lumineuses que de leur emploi séparé. L'expérience en soit faite. Voici le tableau d'une comparaison semblable; elle eut lieu en 1806, à l'occasion des plaintes que la Marine avoit adressées à l'Administration des poudres, au sujet de leur dégradation, depuis leur arrivée dans les magasins de Brest et de Toulon.

N^os D'INDICATION des Poudres.	PORTÉE AU MORTIER à 92 gramm. de charge.	RECUL AU CANON DE DARCY. à 5 grammes.
N° 5	278, 33 mètres.	10, 12 degrés.
4	278, 66	10, 25
3 E	281, 00	13, 27
3 G	201, 33	11, 62
3 A	281, 66	12, 62
6	282, 25	10, 25
1 A	282, 66	12, 25
2 E	285, 00	12, 37
1 E	287, 00	11, 50
2 A	288, 00	12, 25

J'ai tenu pour inutile de surcharger ce tableau de la spécification des poudres, parce qu'avec le numéro d'indication qui les accompagne, ceux que cette matière intéresseroit en retrouveroient aisément le détail à Essone. Ce qu'il importe plus particulièrement en ceci, c'est de voir s'il y a réellement quelque concordance entre ces deux échelles. Or j'avouerai qu'en les comparant terme à terme, je n'en vois aucune. C'est partout une contradiction, une obscurité dont il n'y a rien à tirer; c'est en un mot une suite de résultats sans la moindre correspondance, et sans utilité, par conséquent.

Quelle comparaison se promettre, d'ailleurs, entre une détonation de cinq grammes et celle de quatre-vingt-douze, quand on sait que cette dernière n'est pas même affectée par les plus fortes différences qu'on puisse porter dans les proportions des poudres? Darcy les éprouvoit dans la sienne, au poids d'une once, ce qui n'est encore que le tiers de ce qu'on en éprouve au mortier. Il faudroit donc alors un canon qui comportât la détonation de trois onces, si l'on vouloit en obtenir des effets comparatifs: et lors même qu'on les obtiendroit, l'usage du mortier prévaudroit toujours sur celui du canon suspendu, à cause de sa solidité et de la simplicité de son service; d'où je crois pouvoir conclure, qu'à moins que les reculs de cet instrument ne vinssent à indiquer dans la poudre des qualités qui échapperoient

au mortier, l'éprouvette de Darcy ne pourra jamais offrir une utilité bien marquée pour l'examen de leurs différences.

Le canon de Darcy partage d'ailleurs avec le mortier l'inconvénient majeur des écarts auxquels une même poudre est sujette dans le cours de plusieurs épreuves consécutives. Au mortier, par exemple, ce sont des sauts de cinq, de dix, de quinze toises, du premier tir au second, au troisième, au quatrième, etc. Or comment, d'après cela, saisir, distinguer sur une échelle de divagations aussi étendue, la portée qui dérive exclusivement de l'influence de telle ou telle qualité particulière de poudre, quand on sait que cette portée-là peut tout aussi bien s'attribuer aux écarts habituels du mortier même qu'à la poudre qu'on soumet à l'épreuve?

A l'éprouvette de Darcy, ce sont les mêmes incertitudes. Dans le premier tableau, l'on voit, par exemple, entre les reculs partiels, qu'une même poudre peut aussi faire varier l'instrument, de six, de douze et de quinze degrés, seulement dans trois épreuves consécutives. Mais si les quantités particulières dont nous parlions tout-à-l'heure peuvent influencer le recul, et que ces influences-là tombent entre six et quinze degrés, comment les reconnoître, comment les retrouver entre ces quinze degrés, quand ceux-ci sont aussi bien le résultat des divagations propres à l'instrument, que de la poudre qu'on veut essayer? Et s'il s'agissoit seulement de trois à quatre poudres à comparer, quelle complication alors, quelles défalcations, quel labyrinthe en un mot, pour un genre d'épreuves qui demande autant de sûreté dans les résultats, que de rondeur et d'expédition dans les moyens? Certes, si l'on ne réussit pas à rendre cette éprouvette plus utile qu'elle n'a été jusqu'ici, je n'y vois alors qu'une fastueuse amusette, un joujou propre à faire perdre du temps aux Commissions, bien plus qu'à les instruire.

MÉMOIRE
RELATIF A L'INFLUENCE
DE LA PRESSION DE L'AIR
SUR LE POUVOIR ÉLECTRIQUE.

Lu à l'Institut en mai 1813.

PAR J. P. DESSAIGNES.

LORSQUE j'ai eu l'honneur de lire à la Classe mes recherches concernant l'influence de la température sur le pouvoir électrique, je lui fis part de quelques observations qui me portoient à croire que les pressions barométriques entroient pour quelque chose dans la production de l'électricité par frottement, et je promis de revenir sur ce point : je remplis aujourd'hui ma promesse.

Pour obtenir des résultats satisfaisans, il falloit faire agir une petite machine électrique dans un appareil propre à recevoir tous les gaz, à les amener à un degré constant de sécheresse, et à leur faire subir tous les degrés de raréfaction et de condensation que les circonstances pourroient exiger. Voici celui que j'ai conçu et que M. Dumotiez a exécuté.

Que l'on se figure une machine à condenser l'air, sans corps de pompe, de la contenance de cinq litres, et dont la plaque supérieure de cuivre est percée d'une ouverture circulaire de 216 millimètres de diamètre; cette ouverture est fermée par une autre plaque de cuivre épaisse, que l'on fixe à volonté sur la première, par le moyen de quatre vis de fer, après avoir mis entre elles une couche de cuirs gras. Cette plaque est elle-même percée de quatre trous, à deux desquels sont vissés deux forts robinets; les deux autres reçoivent, également à vis, deux douilles destinées à laisser passer, l'une, l'axe d'une petite machine électrique

renfermée dans l'appareil, et l'autre, un conducteur isolé propre à décharger à volonté l'électricité produite.

Dans l'intérieur de l'appareil se trouve une petite machine électrique composée d'un cylindre de cire à cacheter de 70 millimètres de diamètre, et d'un frottoir de laine attaché à un ressort qui est fixé lui-même au plan inférieur de la plaque supérieure. Le cylindre de cire est vissé à une tige de cuivre qui traverse une des douilles dont j'ai déjà parlé, et est terminé en dehors par une manivelle.

Dans le fond de l'appareil est un électromètre de Saussure ou de Volta, dont le conducteur, terminé en pointe, vient aboutir au cylindre de cire, à un millimètre de sa circonférence. A côté de cet électromètre se trouve aussi une capsule de tôle pleine de potasse caustique ou de muriate de chaux desséchés. On peut encore, au besoin, y placer un petit hygromètre de Saussure, sur son pied de cuivre, que j'ai fait construire exprès, lequel porte, suivant l'usage, un petit thermomètre.

Lorsqu'on veut raréfier l'air dans cet appareil, on adapte à l'un des robinets de la plaque supérieure un tube flexible dont l'autre extrémité se visse à une machine pneumatique, et l'on ajoute au second robinet un baromètre dont l'extrémité inférieure plonge dans une tasse pleine de mercure.

Le tube de ce baromètre est attaché à une règle de bois, laquelle est divisée en pouces et en lignes, depuis le niveau du mercure dans son réservoir, jusqu'à sa partie supérieure, qui se termine à 29 pouces. Quand on veut, au contraire, procéder à la compression de l'air, on substitue au baromètre un manomètre, et l'on visse au second robinet une pompe foulante.

Pour introduire les gaz dans l'appareil, de manière à en exclure, autant qu'il est possible, l'air atmosphérique, on établit, d'une part, la communication de l'appareil avec la machine pneumatique, et l'on visse à la branche latérale de la pompe foulante à main, qui reste fixée au second robinet, un tube de plomb qui communique à un récipient à collier, muni d'un robinet et plein d'eau, lequel repose sur le diaphragme d'une cuve hydro-pneumatique également pleine d'eau. Alors, lorsque le récipient est plein de gaz, on évacue l'air du tube de plomb et celui de l'appareil, en faisant jouer la pompe pneumatique jusqu'à ce que les pistons ne fassent plus leur fonction, ce qui n'a lieu dans ma pompe que lorsque l'éprouvette est descendue à 6 millimètres au-dessus

du

du niveau : on fait alors entrer une portion de gaz dans l'appareil, et l'on fait de nouveau le vide aussi parfaitement que la première fois ; après quoi l'on ouvre les robinets pour laisser entrer librement tout le gaz du récipient dans l'appareil. Lorsque le vide est fait dans cet appareil, il le conserve pendant une heure entière sans altération.

Avant que de faire connoître mes résultats, je crois devoir dire un mot sur les précautions que j'ai prises pour m'assurer de la pureté des gaz. Le gaz oxigène a été retiré du muriate suroxigéné de potasse, avec l'attention de ne le recueillir que quelques instans après celui où il sort comme un torrent du tube adapté au matras. Le gaz azote a été reproduit en décomposant l'air atmosphérique par le sulfure de potasse, et il a été éprouvé ensuite à l'eudiomètre de Fontana, suivant la méthode de M. Gay-Lussac, de trois mesures de gaz nitreux contre une de cet air décomposé : quelque soin que j'aie pris pour l'avoir pur, je dois avouer qu'il y a toujours eu une absorption de $\frac{2}{400}$ du volume total. Le gaz hydrogène a été extrait du zinc, dans une bouteille de Voulf, surmontée d'un tube de Velter, par le moyen duquel j'introduisois de l'acide sulfurique. Ce gaz mis à l'épreuve du gaz nitreux, sous le rapport du gaz oxigène qu'il auroit pu contenir, n'y a subi aucune absorption. Le gaz acide carbonique a été retiré de la craie avec les mêmes précautions, et je ne l'ai recueilli qu'après un quart-d'heure de dégagement plein : j'en ai fait passer ensuite une portion dans une solution de potasse caustique, qui l'a absorbé complètement.

Je dois encore prévenir que j'ai été aidé dans toutes ces opérations, par M. Delaunay, professeur de Chimie et de Physique à Vendôme, jeune homme plein d'adresse et d'intelligence pour les manipulations.

Pour écarter toutes les craintes que l'on pourroit avoir sur l'influence de l'humidité dans des expériences d'électricité où le pouvoir électrique disparoît, j'ai cru qu'il étoit nécessaire de m'assurer de la marche de l'hygromètre, dans toutes les modifications que j'ai fait subir aux gaz et à l'air atmosphérique.

L'hygromètre étant à 80° dans mon appareil, sans potasse caustique, est descendu dans le vide à 39° dans 8 minutes, et il est remonté de 20° en 10 minutes, lorsque j'ai eu fait rentrer l'air. J'ai foulé ensuite de l'air à $\frac{3}{4}$ de pression : l'hygromètre est remonté de 60° à 100°, et il est resté stationnaire à ce point, malgré que j'aie continué la compression. En donnant issue à l'air

comprimé, l'hygromètre est resté immobile pendant la sortie de l'air, puis il est descendu rapidement et s'est arrêté à 85°. Le vide étant fait dans l'appareil, et l'hygromètre se trouvant à 40°, j'y ai fait passer de l'air enfermé dans un récipient sur la cuve hydro-pneumatique : il est remonté à 100° en 5 minutes.

Les choses ont été bien différentes, lorsque j'ai eu introduit de la potasse caustique dans l'appareil. D'abord l'air desséché par cet agent a fait descendre l'hygromètre à 20°, et à ce point la raréfaction la plus complète n'a plus produit d'effet sensible sur le cheveu : en faisant rentrer l'air ensuite, l'hygromètre est remonté de 6° et s'est arrêté là pour redescendre quelque temps après. L'air comprimé dans l'appareil par parties aliquotes, a fait remonter l'hygromètre, qui étoit à 40°, de 2° à chacune de ces pressions, de manière que lorsque la compression s'est trouvée à $\frac{7}{8}$ de pression, il ne s'est élevé qu'à 58°, c'est-à-dire 18° au-dessus de son point de départ, et 15 minutes après il est descendu à 57°. En faisant sortir l'air, il est descendu plus rapidement encore, car il a baissé de 2° par minute. Enfin le vide étant fait et l'hygromètre se trouvant à 40°, j'ai introduit de l'air saturé d'humidité : l'hygromètre est monté à 60° et est resté immobile à ce point pendant 5 minutes, après quoi il est descendu pour s'arrêter de nouveau à 40° au bout de 15 minutes. En foulant alors de ce même air humide jusqu'à $\frac{7}{8}$ de pression, l'hygromètre n'est monté que de 18°, et 15 minutes après il est descendu vers la sécheresse.

Il résulte de ces expériences, que lorsque mon appareil contient de la potasse caustique bien calcinée, le *maximum* de l'humidité ne va pas au-delà de 60°, avec les gaz saturés d'humidité; mais l'électricité se produit très-bien et s'accumule de même sur les corps, dans un air atmosphérique qui a 85° d'humidité : on est donc sûr, moyennant cette précaution, de n'avoir rien à craindre de la part de l'humidité.

Après avoir fait cet examen, mon attention s'est portée sur la marche de l'électricité dans un appareil clos et contenant de la potasse caustique, pour savoir si dans un air constamment sec et à l'abri de toute l'influence de l'humidité, elle éprouveroit toutes ces variations, auxquelles elle est si souvent sujette à l'air libre : j'ai trouvé, après trois mois d'observations, que dans les jours froids de décembre et de janvier, les boules de l'électromètre s'écartoient de 27 millimètres au bout de six tours de la petite machine électrique, tandis que dans les jours chauds de février

l'électricité étoit nulle ou très-foible, malgré que je fisse faire au cylindre de cire trente ou quarante révolutions.

Frappé de ce résultat, j'ai voulu m'en assurer par une expérience directe. Sur le soir d'un jour froid, mon appareil étant dans une chambre à feu, les boules s'écartoient au premier tour de 4 millimètres, de 10 millimètres au second, et de 27 millimètres au sixième; je l'ai transporté dans une chambre froide, auprès des croisées ouvertes, et de suite j'ai tourné le cylindre : au premier tour, les boules se sont écartées de 27 millimètres, et au troisième tour elles ont touché aux parois de l'instrument. J'ai laissé l'appareil dans cette chambre pendant deux heures, et m'étant assuré que son électricité étoit la même, je l'ai transporté dans ma chambre à feu : alors j'ai eu beau tourner le cylindre, je n'ai pu obtenir aucun signe d'électricité. Elle a reparu deux heures après, mais beaucoup plus foible qu'avant l'expérience.

Les variations de l'intensité électrique, par l'effet de la température, étant bien constatées, j'ai cherché à voir quelle pouvoit être l'influence des pressions barométriques sur le pouvoir électrique. Pour cela j'ai choisi d'abord un jour où l'intensité électrique naturelle étoit forte; le baromètre avoit 771 millimètres d'élévation, et l'hygromètre 80°; mon cylindre de cire enfermé dans l'appareil, faisoit diverger ce jour-là l'électromètre de 6 millimètres au premier tour, et de 30 millimètres au second tour. J'ai fait alors le vide graduellement, en ayant soin de fermer le robinet à chaque tour de machine pneumatique, ce qui ne permettoit au mercure de monter que de 27 millimètres à chaque fois, et à chacun de ces intervalles j'ai fait faire au cylindre de cire six révolutions sur son coussin, pour m'assurer d'un frottement égal à chaque expérience.

Au premier degré de raréfaction, les boules de l'électromètre ont divergé de 8 millimètres au premier tour, et de 40 millimètres au sixième : au cinquième degré, leur écart a été de 15 millimètres au premier tour, et de 40 millimètres au quatrième tour; au dixième degré elles ont été à 40 millimètres au premier tour, et au sixième elles ont touché les parois; enfin lorsque le baromètre s'est trouvé à 540 millimètres d'élévation, les boules se sont écartées jusqu'aux parois au premier tour du cylindre. A partir de ce point, et en continuant le vide par intervalles, l'intensité électrique s'est ensuite affoiblie graduellement, au point que lorsque le baromètre a été élevé à 762 millimètres, c'est-à-dire à 9 millimètres au-dessous du vide parfait, le pouvoir électrique a disparu tout-à-fait. A ce degré de raréfaction, j'ai fait faire quarante et cinquante

révolutions au cylindre, sans pouvoir obtenir le plus léger indice d'électricité.

Tant que j'ai maintenu le vide à ce dernier degré de raréfaction, l'électricité n'a plus reparu; mais aussitôt que j'ai permis à l'air de rentrer graduellement, je l'ai vue renaître peu à peu, et foiblement d'abord; puis elle s'est accrue successivement et proportionnellement à la rentrée de l'air, pour s'affoiblir de nouveau à mesure que la pression de l'air s'est augmentée, et se trouver à peu près à son premier point de départ, après la rentrée totale de l'air. Je dis à peu près, car je dois faire remarquer que l'électricité est moins intense à chaque degré de la rentrée de l'air dans l'appareil, qu'elle ne l'avoit été à chacun de ces mêmes degrés, lors de la raréfaction.

Les choses se passent bien autrement lorsque la tension du pouvoir électrique est foible. En effet, les jours où mon cylindre, frotté sur son coussin, n'a pu faire diverger les boules de l'électromètre que de 4 millimètres après dix ou douze révolutions, j'ai trouvé que quoique l'accroissement de l'intensité électrique fût constant dans la raréfaction, cet accroissement étoit beaucoup plus foible que dans les jours de forte tension; qu'il a cessé d'avoir lieu lorsque le mercure n'étoit encore monté dans le tube barométrique qu'à 250 millimètres, c'est-à-dire que le vide n'étoit encore fait qu'au tiers; qu'à partir de ce point, et en continuant le vide, l'électricité s'est affoiblie rapidement; qu'enfin elle s'est éteinte entièrement lorsque le baromètre n'étoit encore monté qu'à 324 millimètres. Il est encore remarquable que, quoiqu'elle reparoisse lorsqu'on fait rentrer l'air, elle ne prend point d'accroissement, et le pouvoir électrique est quelquefois si affoibli par la rentrée totale de l'air, qu'on ne peut plus en obtenir aucun signe par des frottemens réitérés. Cet affoiblissement du pouvoir électrique ne sauroit être attribué à l'humidité de l'air; car l'hygromètre, qui étoit à 30° dans le vide imparfait, n'est remonté que de 6° par la rentrée de l'air.

Lorsque le pouvoir électrique n'a pas été excitable, même dans mon appareil bien clos et desséché par la potasse caustique, ce qui arrive dans les jours chauds et calmes, il n'a pas été possible de le faire reparoître, soit en raréfiant l'air, soit en le faisant rentrer. En général, j'ai remarqué que plus la tension naturelle du fluide étoit forte, plus son accroissement produit par la raréfaction de l'air étoit considérable, plus il falloit pousser loin le vide pour pouvoir l'éteindre, et plus, lorsqu'il étoit éteint, il

reprenoit promptement sa première énergie lorsqu'on fait rentrer l'air.

Je devois appréhender que le défaut de manifestation électrique de la part de l'électromètre dans le vide, ne vînt de ce que le fluide, en se dispersant dans l'air très-rare de l'appareil, à mesure qu'il étoit produit, n'auroit exercé aucune action sur l'électromètre.

Pour m'en assurer, après avoir bien fait le vide, j'ai fait passer dans l'électromètre un peu d'électricité, par le moyen du conducteur extérieur, et à l'aide d'un bâton de cire à cacheter; les boules se sont de suite écartées et ont conservé leur divergence pendant deux heures, sans aucune altération. En tournant alors le cylindre, elles n'en ont pas paru affectées.

J'ai remarqué dans les jours de forte tension, que si lorsqu'on a évacué une portion de l'air, et après avoir tourné le cylindre plusieurs fois, on se contente de détruire l'électricité accumulée dans l'électromètre, sans anéantir l'état électrique du cylindre, les boules de l'électromètre s'écartent d'elles-mêmes à chaque nouveau degré de raréfaction, sans aucun frottement préalable, de 6 millimètres, et même de 12 millimètres, suivant le degré d'intensité électrique du jour où l'on opère. Cet écart spontané des boules n'a plus lieu dans les degrés de raréfaction où le pouvoir électrique commence à s'affoiblir.

Après avoir déterminé les variations de la tension du pouvoir électrique dans un air plus ou moins raréfié, j'ai voulu voir s'il en seroit de même dans un air plus ou moins comprimé.

Pour transformer mon appareil en machine de compression, il suffisait de substituer à la machine pneumatique une pompe foulante, et de mettre à la place du baromètre un manomètre propre à indiquer une pression égale à celle de l'atmosphère, et divisé en huitièmes de cette pression, ce qui a été fait; après quoi j'ai foulé l'air graduellement, et à chaque intervalle de la pression, j'ai fait faire à mon cylindre six révolutions sur son coussin, comme dans les précédentes expériences. Voici les résultats que m'ont fournis vingt expériences consécutives.

Dans les jours de forte tension pour le pouvoir électrique, et mon électromètre divergeant de 30 millimètres au sixième tour du cylindre, l'intensité électrique s'est trouvée sensiblement accrue lorsque l'air a été comprimé jusqu'à $\frac{1}{4}$ de pression atmosphérique; car les boules alors se sont écartées de 30 millimètres au

troisième tour de cylindre. A $\frac{1}{3}$ de pression, leur écart a été de 30 millimètres au second tour, et au sixième elles ont touché les parois. A $\frac{1}{2}$ de pression l'intensité s'est affoiblie, et à partir de ce point son affoiblissement a été proportionnel à la force comprimante. A $\frac{3}{4}$ de pression, je n'ai obtenu qu'une divergence d'un millimètre au douzième tour. Enfin lorsque la compression a été poussée au-delà de $\frac{3}{4}$ de pression atmosphérique, aucun signe d'électricité ne s'est manifesté, même après soixante tours de cylindre. Au moment de la plus forte condensation de l'air, l'hygromètre n'est pas monté au-delà de 58°, et quelques minutes après il est descendu au sec.

J'ai conservé pendant plusieurs heures l'air de mon appareil dans ce degré de compression, en donnant de temps en temps quelques coups de piston; puis après m'être assuré que le pouvoir électrique restoit éteint, j'ai fait sortir l'air lentement et par intervalles pareils à ceux de la condensation; alors l'électricité a reparu de suite au premier tour de cylindre, et d'abord très-foiblement, mais ensuite elle s'est accrue proportionnellement à la raréfaction de l'air, et avec une telle force, que j'ai jugé son intensité quatre fois plus considérable, à chaque degré de la détente de l'air, que je ne l'avois trouvée à chacun de ces degrés lors de la condensation. Pour en convaincre, il me suffira de dire que lorsque l'air de l'appareil a été en équilibre avec celui de l'atmosphère, les boules de l'électromètre ont divergé jusqu'aux parois au premier tour de cylindre, tandis qu'avant la compression leur écart n'étoit que de 6 millimètres également au premier tour.

Dans les jours de foible tension, au contraire, où l'électromètre ne divergeait naturellement que de 9 millimètres au sixième tour, j'ai vu l'intensité électrique s'affoiblir de suite à $\frac{1}{8}$ de pression sans acquérir aucun accroissement, comme dans l'expérience précédente, continuer ainsi à s'affoiblir à chaque degré de compression, et, ce qui est remarquable, disparoître entièrement à une demi-pression, et même à un tiers. Si l'on ouvre alors le robinet pour faire sortir l'air graduellement et par intervalles, l'électricité reparoît aussitôt, et avec assez de force, à la première détente de l'air; mais ensuite elle s'affoiblit proportionnellement aux progrès de la raréfaction, à un tel point, qu'il m'est arrivé quelquefois de ne pouvoir plus obtenir aucun signe d'électricité après dix ou douze révolutions du cylindre, lorsque tout l'air en excès étoit sorti de l'appareil.

Dans les jours où la tension est nulle, et où le pouvoir électrique n'est pas excitable, même par le frottement prolongé du cylindre, je l'ai trouvé également inexcitable dans l'air comprimé jusqu'à $\frac{1}{2}$ de pression; mais en continuant à fouler l'air, j'ai vu, à mon grand étonnement, l'électricité reparoître au second tour, et devenir assez forte à $\frac{2}{3}$ de pression. Néanmoins en poussant plus loin la compression, elle s'est affoiblie graduellement et a fini par s'éteindre un peu au-delà de $\frac{3}{4}$ de pression. Lorsque l'air a eu repris son degré de densité naturelle, l'électricité n'a plus reparu sous aucun frottement.

En général, plus la tension naturelle du fluide électrique est forte, plus elle augmente au premier degré de pression, plus il est difficile de réprimer son expansion, et lorsque cette force expansive est détruite, plus elle renaît avec énergie, dès que la force comprimante vient à cesser. Le contraire a lieu dans les jours de foible tension.

J'ai remarqué dans les jours de forte tension, que si, après avoir tourné plusieurs fois le cylindre, avant que la compression de l'air ait suspendu tout effet électrique, on s'est contenté de détruire l'électricité accumulée dans l'électromètre, sans anéantir l'état électrique du cylindre, les boules de l'électromètre, aussitôt qu'on fait sortir l'air, s'écartent d'elles-mêmes et sans aucun frottement nouveau, comme dans la raréfaction. Cet effet n'a pas lieu dans les jours de foible tension.

De pareils résultats m'appeloient à faire les mêmes expériences dans les gaz, avec d'autant plus de raison, que M. Wollaston, dans un Mémoire qui tend à prouver que l'oxidation concourt à la production de l'électricité dans le frottement des machines électriques, a affirmé que l'électricité n'a pas lieu dans le gaz acide carbonique.

L'on sait d'avance les précautions que j'ai prises pour avoir des gaz purs, et pour les introduire dans mon appareil sans aucun mélange d'air atmosphérique. Je me contenterai donc d'observer que j'ai examiné la marche de l'électricité au moins dix fois dans chacun de ces gaz comprimés ou raréfiés, et que j'ai choisi pour chacun d'eux des jours de forte et de foible tension électrique, comme pour l'air atmosphérique. J'ajouterai encore, qu'à chaque opération j'ai eu soin de faire rougir au feu la potasse caustique, et que lorsque les gaz ont été introduits dans l'appareil, je n'ai éprouvé l'électricité qu'après avoir donné le temps à la potasse de les dessécher tous au même point.

Le pouvoir électrique s'est manifesté constamment dans tous les gaz, comme dans l'air ordinaire, au premier ou au second tour du cylindre, suivant le temps, et il a éprouvé dans la compression de ces gaz, ainsi que dans leur raréfaction, les accroissemens, les affoiblissemens et l'extinction que j'ai précédemment décrits pour l'air atmosphérique. Seulement j'ai remarqué que dans les jours de forte tension ce pouvoir a eu manifestement plus d'intensité dans le gaz acide carbonique que dans le gaz oxigène, et dans celui-ci que dans le gaz azote et le gaz hydrogène; que néanmoins dans la raréfaction ou dans la condensation, il s'est éteint plus promptement dans le gaz acide carbonique que dans le gaz hydrogène et généralement dans les gaz plus denses; tandis que dans les jours de foible tension, l'électricité m'a paru, au contraire, beaucoup plus forte dans les gaz azote et hydrogène que dans les gaz oxigène et acide carbonique. En effet, j'ai obtenu, après six tours du cylindre, une divergence dans les boules de l'électromètre, de 12 millimètres dans les premiers gaz, tandis que je n'ai pu avoir qu'un écart de 4 millimètres dans le gaz oxigène, après douze tours, et d'un millimètre au plus dans le gaz acide carbonique, après un pareil nombre de tours.

Dans ces circonstances, le pouvoir électrique a plus promptement encore disparu dans la condensation ou dans la raréfaction des gaz pesans, que dans celle des gaz légers; car il n'a fallu, par exemple, fouler le gaz acide carbonique que jusqu'à $\frac{1}{4}$ de pression, pour éteindre le pouvoir électrique, tandis que pour produire le même effet dans le gaz hydrogène, j'ai été obligé d'aller jusqu'à $\frac{1}{4}$ pression.

Je présume donc que si M. Wollaston n'a obtenu aucun effet électrique dans le gaz acide carbonique, c'est qu'il aura fait son expérience dans un temps de foible tension; car dans ce cas l'électricité n'est presque pas sensible dans ce gaz, au douzième tour, tandis qu'elle est encore assez forte dans l'air atmosphérique.

La propriété électrique ne se manifeste pas seulement dans les gaz, elle a encore lieu dans les vapeurs. En effet, si après avoir fait le vide et s'être assuré que le pouvoir électrique est éteint, l'on fait passer dans l'appareil de l'éther, par le moyen d'un petit robinet à bulles (ce qui fait descendre de suite le baromètre de 12 à 14 millimètres), on voit à l'instant l'électricité reparoître au premier tour du cylindre, et d'une manière constante. On produit encore le même effet avec l'alcool et même

avec

avec l'eau; mais avec cette dernière, l'électricité est beaucoup plus foible qu'avec l'éther; car le baromètre, dans ce cas, ne descend que de 4 à 5 millimètres. Lorsqu'on introduit de ces liquides au-delà de ce qui peut se vaporiser, alors l'électricité ne se produit pas; mais on peut aisément enlever cet excès par quelques coups de piston; alors on voit l'électricité renaître.

Je dois prévenir que lorsque l'appareil a été ainsi rempli de vapeurs élastiques bien sèches, il m'a été impossible de pousser assez loin leur raréfaction, par la succion de la pompe, pour pouvoir éteindre la propriété électrique du cylindre; je suis bien parvenu à l'affoiblir beaucoup, mais elle n'a pas disparu entièrement, comme dans la raréfaction des gaz. Pour en venir à bout, j'ai été obligé de faire rentrer de l'air atmosphérique en quantité suffisante pour dissoudre la vapeur, et de faire de nouveau le vide; dès-lors elle n'a plus reparu.

L'on voit par cette expérience combien il est important de mettre dans l'appareil un corps desséchant, si l'on veut se garantir de l'influence des vapeurs aqueuses; il faut même avoir l'attention de ne pas s'en servir deux fois de suite, et de le dessécher sur le feu à chaque opération; car, faute d'avoir pris ce soin dans une expérience que je faisois dans le gaz acide carbonique, et où j'avois mis pour corps desséchant un acide sulfurique qui avoit déjà servi à dessécher des gaz dans mon appareil, j'ai vu avec étonnement, après avoir raréfié le gaz acide carbonique jusqu'à 90 millimètres au-dessous du vide parfait, et avoir éteint à ce degré le pouvoir électrique, j'ai vu renaître le pouvoir lorsque j'ai eu poussé le vide plus loin. Je n'ai pas tardé à revenir de ma surprise, en voyant l'acide sulfurique bouillir, et le baromètre descendre en même temps de 5 millimètres.

Il est constant, d'après ces expériences, que le pouvoir électrique, ou que du moins la propriété d'attirer et de repousser, ne sauroit subsister dans un air raréfié ou condensé; cependant l'agitation du mercure dans le tube de Toricelli, donne de la lumière, quoique dans le vide le plus parfait. N'est-ce pas là un effet électrique? et ne pourroit-on pas supposer que l'électricité que l'on produit, et qui s'accumule dans le vide, est trop foible pour vaincre le poids des deux boules électrométriques?

Pour voir si cette conjecture étoit fondée, j'ai répété mes expériences dans l'obscurité, et j'ai constaté que tant que le cylindre, en tournant sur son coussin, fait diverger les boules de l'électro-

mètre dans l'air que l'on raréfie; on voit un point lumineux à la pointe du conducteur; que le frottoir est sans lueur, sauf quelques aigrettes qui en jaillissent de loin en loin, et qu'aussitôt que les boules ne donnent plus aucun signe d'électricité, la pointe du conducteur cesse aussi d'être lumineuse, le frottoir ne lance plus d'aigrettes, mais il succède à celles-ci une lueur permanente et circonscrite entre le coussin et le cylindre, qui brille tant qu'on tourne celui-ci. J'ai remarqué que cette lueur est moins vive et moins abondante dans les jours de forte tension, pour le pouvoir électrique, que dans ceux où l'électricité est foible.

Dans l'air comprimé, la pointe du conducteur est plus lumineuse, et les éclairs qui jaillissent du coussin sont plus vifs et plus fréquens aux premiers degrés de compression; mais en continuant à fouler l'air, les phénomènes s'affoiblissent peu à peu et disparoissent même entièrement aussitôt que le cylindre frotté ne produit plus d'effet sur l'électromètre. Dans cette circonstance, on ne voit point de lueur permanente entre le coussin et le cylindre, comme cela a lieu dans le vide. Je dois ajouter que lorsqu'on fait rentrer l'air dans l'expérience du vide, ou qu'on lui donne une libre issue dans celle de la condensation, la pointe redevient lumineuse aussitôt que les boules de l'électromètre commencent à diverger.

Il y a plus, non-seulement l'électromètre qui communique au cylindre par sa pointe, ne reçoit de celui-ci aucune influence électrique, lorsqu'on le frotte dans le vide ou dans l'air très-comprimé; mais encore l'état lumineux du coussin n'en paroît point troubler l'équilibre électrique.

Pour m'assurer de ce fait, je me suis servi d'un petit appareil que M. Berthollet a eu la bonté de me faire passer. C'est un récipient de verre à douille, qui reçoit une boîte à cuir dans laquelle tourne, à l'aide d'une manivelle, un cylindre de verre vissé à une tige de même matière, qui lui sert d'axe; le frottoir, ainsi que le conducteur, sont isolés aux parois du récipient, qu'ils traversent, et se terminent extérieurement par une boule de cuivre.

J'ai placé le récipient sur le plateau de ma pompe pneumatique, et après l'avoir assujéti par deux coups de piston, j'ai mis deux électromètres à pailles en communication, l'un avec le frottoir, l'autre avec le conducteur; alors en tournant le cylindre, les deux électromètres ont constamment divergé, celui du frottoir d'une électricité négative, et celui du cylindre d'une électricité positive,

tant que le récipient a été plein d'air; mais lorsque le vide a été fait, ils sont restés immobiles l'un et l'autre, malgré que j'aie fait faire au cylindre soixante à quatre-vingts révolutions. Toutefois l'état lumineux n'a pas cessé d'avoir lieu pendant tout ce temps-là.

On peut donc dire que l'effet lumineux qui se manifeste dans le vide entre le coussin et le cylindre, et qui n'est suivi d'aucune attraction ni répulsion, est, suivant l'expression de Wilke, une électricité excitée et non déplacée, c'est-à-dire qu'il y a pression, ébranlement dans ce fluide, sans aucune rupture d'équilibre, en un mot, une véritable phosphorescence.

CONCLUSION.

Il résulte de mes observations deux faits importans : le premier est, que le pouvoir électrique s'éteint également dans le vide et dans l'air comprimé; le second, que sa tension est susceptible de s'accroître également par un surcroît comme par une diminution de pression atmosphérique.

Je suis loin de vouloir m'attribuer ce qui ne m'appartient pas, en passant sous silence les travaux de nos prédécesseurs dans la science. Je dirai donc avec plaisir que Hauxsbée, long-temps avant moi, avoit annoncé que la propriété électrique d'attirer et de repousser n'avoit pas lieu dans le vide; que Sgravesande avoit, depuis lui, confirmé ce résultat. Mais les savans ont penché jusqu'ici à croire que cet effet pourroit bien ne tenir qu'à l'absence de l'oxigène, et je crois avoir le premier démontré qu'il ne dépend pas d'une action chimique, mais bien plutôt d'une action mécanique.

Je dirai encore que Dufay avoit consigné, en 1734, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, une suite d'expériences desquelles il résulte, qu'un tube frotté extérieurement est foiblement électrique lorsqu'il est plein d'air comprimé, tandis que lorsque l'air en excès est évacué, ce même tube acquiert une forte électricité au plus léger frottement ; je dirai que Priestley a confirmé ce résultat par ses propres expériences, consignées dans son Histoire de l'Électricité. Mais dans leurs expériences, l'air comprimé n'agissoit pas directement sur les surfaces frottées, et l'on pouvoit attribuer l'effet produit à quelque cause cachée introduite furtivement dans le tube par l'air comprimé, comme on l'a fait effectivement; mais dans cette manière d'opérer, l'électricité n'a été qu'affoiblie sans pouvoir s'éteindre. « Il de-

meure pour constant, dit Dufay, que l'air comprimé dans le tube nuit considérablement à son électricité.» Tandis que j'ai prouvé que le pouvoir électrique disparoît en totalité dans un air plus ou moins condensé, suivant le degré de tension naturelle du fluide.

Quoi qu'il en soit de cette priorité de découverte que je ne veux point contester, il est toujours certain que jusqu'ici ces deux phénomènes étoient ignorés et relégués depuis long-temps dans la classe de ces faits isolés que l'on oublie un instant après, parce qu'ils ne tiennent à aucun principe connu, et que je les ai rattachés à des faits semblables, qui les fortifient et les éclairent comme d'un nouveau jour. L'on sait que j'ai déjà prouvé que le pouvoir électrique, tant dans le frottement que dans la pile de Volta, disparoît entièrement dans un certain degré de froid, ainsi que dans une température élevée.

Si mon premier fait n'est pas nouveau, il est constant que le second n'étoit pas encore connu dans la science. On étoit loin de soupçonner que la force expansive du pouvoir électrique pût s'accroître dans un air devenu plus rare, et que son ressort pût se tendre davantage par un surcroît de pression atmosphérique; qu'il fût enfin soumis à toutes les lois des corps élastiques. En effet, l'on voit ici un fluide expansif dont la force répulsive est en équilibre avec l'attraction du corps auquel il est uni, et avec la pression extérieure de l'air environnant. Si cette pression vient à s'augmenter, son expansion diminue et sa tension augmente; si la force comprimante s'accroît encore jusqu'au point de rendre l'attraction supérieure à la force répulsive, le fluide attiré par le corps perd sa force expansive et devient sans ressort. On remarque la même chose dans le gaz acide carbonique que l'on soumet à une pression graduée pour le dissoudre dans l'eau; d'abord il résiste au refoulement d'une manière proportionnelle à la compression, puis il cède à mesure que la dissolution s'opère.

Si la force comprimante vient à diminuer, aussitôt la force expansive renaît; elle s'accroît ensuite proportionnellement à la diminution de pression, et sa tension augmente dans le même rapport, tant que l'attraction peut s'opposer à son expansion; mais bientôt la compression continuant à s'affoiblir, la force répulsive devient supérieure à l'attraction, l'expansion augmente, le fluide alors se détend et perd entièrement son ressort. Pareilles choses ont lieu dans les gaz que l'on tient enchaînés dans un liquide,

par une dissolution forcée, lorsque la force comprimante vient à s'affoiblir peu à peu et à cesser ensuite tout-à-fait.

Dufay trouva singulier que l'air dilaté et l'air comprimé nuisissent également à l'effet électrique. On ne sera pas moins étonné de voir qu'un certain degré de pression atmosphérique, ainsi qu'un certain degré de raréfaction, doublent et quadruplent même également l'intensité du pouvoir électrique. Comment deux causes opposées peuvent-elles produire un effet semblable par rapport à l'électricité? Cela paroît d'abord contradictoire; mais les contradictions apparentes que l'on rencontre dans un phénomène, ne tardent pas à se concilier quand on l'examine de plus près, et surtout quand on le voit dans tout son ensemble. Ainsi dans le cas présent, la tension s'augmente également par un accroissement et par une diminution de pression atmosphérique; mais on la voit également s'affoiblir et se détruire sous l'influence de ces deux causes, et par le progrès même de leur action. N'est-ce pas là ce que l'on observe dans les corps élastiques? Il en est qui se tendent par traction, et d'autres par pression; et l'on sait que leur ressort s'affoiblit et même se détruit, lorsque la force tendante est trop considérable ou trop long-temps en action.

Ces nouveaux faits méritent d'autant plus de fixer l'attention des savans, que si jamais on parvenoit à prouver l'identité du principe de la vie avec le pouvoir électrique, on y trouveroit la véritable raison de l'influence que les diverses modifications de l'atmosphère exercent sur l'économie animale.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.					BAROMÈTRE MÉTRIQUE.					THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	
	heures.	°	heures.	°		heures.	mill.	heures.	mill.	mill.	°
1	à 3 s.	+ 2,00	à 8 m.	— 2,25	+ 0,87	à 10 ½ m.	764,36	à 10 ¼ s.	760,74	763,50	5,3
2	à midi	+ 2,00	à 8 m.	— 4,75	+ 2,00	à 9 ¾ m.	759,26	à 10 s.	756,50	758,28	4,5
3	à midi	+ 5 50	à 7 ¾ m.	+ 1,40	+ 5,50	à 7 ¾ m.	754,34	à 10 ½ s.	748,80	753,18	4,5
4	à 10 s.	+ 5 50	à 7 ¾ m.	+ 3,00	+ 5,25	à 7 ¾ m.	745,02	à 10 s.	739.96	743,36	4,9
5	à 3 s.	+ 7,25	à 7 ¾ m.	+ 1,75	+ 6,62	à 9 m.	738,20	à 10 ¼ s.	734,94	737,34	5,4
6	à 3 s.	+ 4,62	à 10 s.	+ 0,50	+ 4,50	à 10 s.	747,74	à 7 ¼ m.	739,30	742,12	6,8
7	à 3 s.	+ 1,87	à 10 ¼ s.	+ 0,25	+ 1,50	à 10 ½ m.	748,10	à 10 ¼ s.	746,28	747,70	4,3
8	à 3 s.	+ 0,62	à 7 ¾ m.	— 1,50	+ 0,25	à 10 ¾ m.	746,72	à 10 s.	745,18	746,34	3,4
9	à midi	— 1,40	à 7 ¾ m.	— 2,75	— 1,40	à 10 ¼ s.	750,00	à 7 ¾ m.	745,40	746,40	2,4
10	à midi	— 2,25	à 7 ¾ m.	— 8,25	— 2,25	à 9 ½ s.	755,30	à 7 ¾ m.	752,12	753,20	1,8
11	à midi	— 6,00	à 7 ¾ m.	— 9,25	— 6,00	à 9 ¼ m.	757,60	à 9 ½ s.	752,50	757,20	1,4
12	à 3 s.	— 0,75	à 7 ¾ m.	— 4,70	— 1,00	à 10 ¼ s.	748,18	à 3 s.	743.94	744.16	0,2
13	à midi	+ 0,37	à 10 s.	— 6,50	+ 0,37	à 10 s.	762,00	à 7 ¾ m.	753,34	756,80	+1,5
14	à 10 s.	— 5,75	à 7 ¾ m.	—10,25	— 6,25	à 7 ¾ m.	759,60	à 10 s.	750,40	755,72	—0,3
15	à midi	+ 1,40	à 7 ½ m.	— 3,75	+ 1,40	à 11 m.	748.30	à 10 ½ s.	747,28	748,12	—0,3
16	à 3 s.	+ 5,00	à 7 ½ m.	+ 1,40	+ 4,50	à 7 ¼ m.	742,00	à 6 s.	736,80	737,20	+2,2
17	à midi	+ 2,25	à 7 ½ m.	+ 1,25	+ 2,25	à 3 s.	751,64	à 7 ½ m.	749.12	751,24	2,7
18	à midi	+11 90	à 7 ½ m.	+ 8,75	+11,90	à 10 ½ s.	738,40	à 7 ½ m.	736,90	738,36	5,6
19	à midi	+10,50	à 7 ½ m.	+ 6,00	+10,50	à 10 m.	737,10	à 6 s.	736,10	736,38	6,7
20	à midi	+ 6,25	à 7 ½ m.	— 1,50	+ 6,25	à 9 s.	746,60	à 7 ½ m.	738,60	741,12	5,6
21	à midi	— 0,37	à 10 s.	— 3,75	— 0,37	à 10 s.	754,76	à 7 ½ m.	752,78	754,72	4,5
22	à midi	— 3,75	à 11 s.	— 7,00	— 3,75	à 10 ½ m.	754,70	à 7 ½ s.	752,50	753,60	2,5
23	à midi	— 4,50	à 10 ½ s.	— 9,25	— 4,50	à 10 m.	753,20	à 5 ½ s.	751,20	752,00	+0,6
24	à 3 s.	— 4,62	à 7 ½ m.	—10,00	— 6,90	à 10 ¼ s.	753,12	à 7 ½ s.	751.32	751,76	—0,4
25	à 3 s.	— 1,25	à 7 ½ m.	— 6,00	— 2,12	à 9 ½ s.	756,23	à 7 ½ m.	754,72	755,44	—0,3
26	à midi	+ 1,40	à 7 ½ m.	— 2,75	+ 1,40	à 10 ½ m.	754,16	à 10 s.	748,36	752,90	+1,5
27	à midi	+ 2,37	à 7 ½ m.	— 3 25	+ 1,37	à 7 ½ m.	743,84	à 9 ½ s.	741,04	742,56	0,7
28	à midi	+ 3,00	à 7 ½ m.	— 0,75	+ 3,00	à 9 ½ s.	744,00	à 7 ½ m.	740,34	741,55	1,5
29	à 3 s.	+ 7,40	à 7 ¼ m.	+ 1,75	+ 5,00	à 7 ¼ m.	735,20	à 6 s.	725,84	728,86	3,5
30	à midi	+ 5,50	à 10 ¼ s.	+ 3,75	+ 5,50	à 10 ¼ s.	743,10	à 7 ¼ m.	737,62	739,44	4,3
31	à 3 s.	+ 3,00	à 7 ¼ m.	— 0,25	+ 2,50	à 10 s.	748,46	à 7 ¾ m.	745,48	746,72	4,2
Moyennes.		+ 1,90		— 2,30	+ 1,54		749,80		746.81	747,66	+3,0

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure.....	764,36	le 1er
Moindre élévation du mercure.........	725,84	le 29
Plus grand degré de chaleur.........	+11, 9	le 18
Moindre degré de chaleur...........	—10,25	le 14
Nombre de jours beaux.......	6	
de couverts...........	25	
de pluie...............	6	
de vent...............	31	
de gelée...............	20	
de tonnerre...........	0	
de brouillard..........	28	
de neige..............	9	
de grêle	2	

NOTA. Nous continuerons cette année à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

JANVIER. 1814.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	89	E.		Beau ciel, brouillard.	Beau ciel, brouillard.	Beau ciel, brouillard.
2	94	S.		*Idem.*	*Idem.*	Couvert.
3	96	*Idem.*		Nuageux, brouillard.	Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.
4	94	*Idem.*		Couvert, brouillard.	Très-nuageux.	Petite *pluie.*
5	92	S-E.	Lune périgée.	Nuageux, brouillard.	*Idem.*	*Idem.*
6	80	O.	P.L. à 7h 17'm.	*Idem.*	*Idem.*	Nuageux.
7	80	E-E.		Couv. br. gl. et gr.	Couvert.	*Idem.*
8	70	N-E.		Couvert, brouillard.	*Idem.*	Neige.
9	79	N.		*Idem.*	*Idem.*	Couvert, brouillard.
10	79	N-E.		Nuageux, brouillard.	*Idem*, neige.	*Idem.*
11	69	S-E.		Beau ciel, brouillard.	Nuageux.	*Idem.*
12	90	*Idem.*		Neige, brouillard.	Neige, brouillard.	*Idem.*
13	86	N-E.	D.Q. à 9h 13'm.	Couvert, brouillard.	Couvert.	Superbe.
14	68	S-E.		Nuageux, brouillard.	*Idem.*	Neige.
15	91	E.		Couvert, brouillard.	*Idem.*	Couvert, brouillard.
16	93	S-E.		*Idem.*	*Pluie.*	*Pluie.*
17	91	N-O.	Lune apogée.	*Idem.*	Couvert.	Couvert.
18	91	S.		*Pluie*, brouillard.	*Pluie.*	Nuageux.
19	90	S-O.		Couvert, brouillard.	*Idem.*	Couvert.
20	89	*Idem.*		Couvert, lég. br.	Couvert.	Neige.
21	84	N.	N.L. à 2h 22's.	Neige.	Légers nuages.	Couvert.
22	86	O.		Couvert, brouillard.	Couvert.	*Idem.*
23	80	N.		*Idem.*	*Idem.*	Beau ciel.
24	77	N-O.		*Idem.*	Nuageux.	*Idem.*
25	86	O.		Neige, brouillard.	Neige.	Neige, brouillard.
26	78	S.		Couvert, brouillard.	Très-nuageux.	Couvert.
27	88	*Idem.*		Neige, brouillard.	Couvert.	*Idem.*
28	78	O.		Couvert, brouillard.	*Idem.*	Nuageux.
29	70	S. tr-fort.	P.Q. à 2h 31'm.	*Pluie*, brouillard.	*Pluie.*	Couv., par interv.
30	91	O.		*Pluie* par intervalles.	Nuageux.	Nuageux, grésil.
31	90	*Idem.*		Nuageux, neige.	Neige.	Nuageux.
Moy.	84,0					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du
- N.............. 3
- N-E.............. 3
- E.............. 3
- S-E.............. 5
- S.............. 7
- S-O.............. 2
- O.............. 6
- N.-O.............. 2

Therm. des caves { le 1er 12°,105 ; le 16 12°,106 }

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 31mm80 = 1 pouces 2 lig. 1 dixième.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris et par exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

DE LA FIGURE
DES MOLÉCULES DES CORPS
DANS LEURS COMBINAISONS;

PAR H. DAVY (1).

L'UNIFORMITÉ de la loi des condensations, lorsque les gaz se combinent et forment des composés gazeux plus denses, dans lesquels le volume reste le même, ou dans lesquels l'un des élémens, ou tous deux, sont condensés à un demi-volume, ainsi que la régularité des formes des corps solides, semblent entièrement dépendre de ce que la nature de la combinaison est constante, et probablement de ce que les agrégats corpusculaires sont tous de la même espèce. Si l'on suppose que la figure des particules de la matière est *globuleuse*, ou que ces particules agissent dans des *sphères* d'attraction et de répulsion, il sera aisé d'expliquer leurs formes, en admettant un nombre d'arrangemens primitifs indépendans. Ainsi quatre particules peuvent composer un tétraèdre; cinq, une pyramide tétraèdre; six, un octaèdre ou un prisme tétraèdre, et huit, un cube ou un rhomboïde (2).

(1) Extrait de *la Philosophie chimique* de H. Davy, chapitre de l'Attraction chimique, et des Lois de la Combinaison et de la Décomposition, § 20.

(2) Voyez (*Journal de Physique*, tome 71, pag. 417) mon Mémoire sur les Affinités chimiques, dans lequel j'ai prouvé, d'après Buffon, que dans les combinaisons la figure des molécules n'avoit pas moins d'influence, et ordinairement plus, que leur masse. L'action de deux tétraèdres, par exemple, l'un sur l'autre, sera toute différente s'ils se touchent par leurs sommets ou par leurs bases.

LETTRE

LETTRE

DE M. VAN-MONS,

A J.-C. DELAMÉTHERIE,

SUR LE FROID PRODUIT ARTIFICIELLEMENT.

Brugnatelli a produit, par des mélanges d'alcool, d'éther, ou de liqueur anodine avec la neige, des froids aussi intenses qu'on peut les obtenir par la potasse cristallisée, ou le muriate de chaux figé, mêlés à la neige. Cette méthode est infiniment plus facile que celle avec les sels; il suffit de soumettre le résidu à la distillation, pour que rien des ingrédiens ne se perde : les proportions sont deux parties de neige et une partie d'alcool. Il m'a paru que les éthers se combinent avec la neige en un liquide homogène, mais que de nouveau la hausse de la température sépare l'alcool, successivement affoibli jusqu'à ce qu'il n'excite plus de chaleur avec l'eau, étant agité avec les trois quarts de son poids de neige, produit un froid plus intense que l'alcool pur. L'excitement du froid est l'effet d'un corps saturé d'eau d'ydratation et d'eau de salification, qui cède ces deux causes, soustraites dans leur calorique, à de l'eau de solution qui, pour pouvoir les reprendre, doit être surchargée de calorique, et qui, à défaut de cette surcharge, enlève le calorique à sa propre température et à celle des corps environnans. L'excitement de la chaleur provient d'un corps qui s'hydrate ou se salifie, soit par de l'eau, soit par un acide ou par un oxide : c'est l'effet de l'hydrogène du corps passif dans ces opérations, qui se substitue au calorique par de l'oxigène du corps actif, et ce dernier est toujours le corps le plus oxidé; l'eau est active, sous ce rapport, vis-à-vis des acides et de tous les autres corps, et les acides sont actifs vis-à-vis des oxides. Les corps qui déplacent le calorique sont les électro-négatifs, ou les plus hydrogénés et les moins pourvus de calorique; ceux qui déposent le calorique sont les électro-positifs, ou les plus oxigénés et en même temps les plus pourvus de calorique.

Douay, le 24 Décembre 1813.

QUELQUES AMATEURS DE PHYSIQUE,

A J.-C. DELAMÉTHERIE,

SUR L'OXIDATION DE L'OR.

Monsieur,

Livrés depuis long-temps à l'étude de la Physique, nous avons cherché à entretenir une correspondance suivie avec les savans qui s'occupent de cette science, dont l'utilité est si généralement reconnue. Les expériences de M. Nelis, insérées dans votre Journal, ont dû nécessairement, par leur nouveauté et leur importance, nous faire rechercher la connoissance d'un physicien aussi laborieux : sa complaisance ne nous ayant rien laissé à desirer, il nous mit à même de répéter ses expériences et d'en constater les résultats. Celle de l'oxidation de l'or dans le vide, par le courant électrique, lui ayant été contestée par l'auteur du Journal de Chimie, M. Nelis nous avoit priés de la vérifier avec la plus scrupuleuse exactitude. Nous nous sommes empressés de satisfaire à sa demande, et depuis long-temps vous auriez dû recevoir la notice ci-jointe, sans une circonstance indépendante de notre bonne volonté.

Nous vous prions de vouloir l'insérer dans un des prochains numéros de votre intéressant Journal, que l'on peut considérer comme un des plus beaux monumens élevés à la gloire des sciences naturelles.

Confirmation de l'Oxidation de l'Or dans le vide par le fluide électrique, expérience insérée dans le Journal de Physique, *tom.* 67, *pag.* 74.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Un fil d'or de ducat, d'une demi-ligne de diamètre, placé dans un tube de verre d'un pied de haut sur deux pouces de dia-

mètre, avoit son extrémité supérieure terminée par une boule qui communiquoit à contact avec un autre bouton tenant à une tige d'argent renfermée dans un conducteur de verre rempli d'eau. Ce dernier soutiroit le fluide de la machine électrique; l'autre extrémité du fil d'or se trouvoit à une ligne de distance de la surface d'une plaque d'argent très-bien polie et renfermée dans le même tube. On fit le vide jusqu'à ce que le mercure de l'éprouvette fût amené à une ligne et demie de niveau. La platine de la machine pneumatique étoit en communication avec le sol humide, par le moyen d'une conduite métallique qui aboutissoit à un corps de pompe en plomb. Les choses étant dans cet état, on soumit le fil d'or à une électrisation qui dura quatre heures; il brûla pendant tout ce temps, et aussi vivement à la fin de l'expérience que dans son commencement. Au bout de trois minutes l'oxidation se manifestoit déjà, et après les quatre heures d'électrisation, on obtint une tache de plus de deux lignes de diamètre, d'un brun foncé, indélébile par le frottement des doigts, et entourée d'une poussière purpurine que le même frottement enlève, et qui formoit autour de la tache un cercle ou auréole de près de six lignes de diamètre.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Non content de cette première expérience, on résolut de répéter dans le vide l'oxidation d'un fil d'or sur une plaque du même métal, et en même temps l'oxidation de cette dernière sur une plaque d'argent; en conséquence, on disposa une plaque d'or de ducat de dix lignes de diamètre, à la distance d'une ligne de l'extrémité inférieure du fil d'or de l'expérience précédente. Cette plaque étoit supportée par un disque d'argent poli de la surface duquel elle étoit éloignée d'environ une demi-ligne, par l'interposition de deux petites boules de cire. L'appareil ainsi disposé, le fil d'or fut soumis pendant six heures au courant électrique, le mercure de l'éprouvette toujours soutenu à moins d'une ligne et demie du niveau; après ce temps la plaque d'or offrit sur sa surface supérieure une tache de couleur purpurine entourée de poussière de même couleur, et la surface du disque d'argent correspondant au-dessous de la plaque d'or, une autre tache et de la poussière semblable à celle de la première expérience, ce qui ne pouvoit qu'être le produit de l'altération de la surface inférieure de cette plaque d'or.

D'après ces résultats, il est irrévocable qu'un courant électrique

très-fort, produit par une machine dont le plateau a plus de trois pieds de diamètre, doit avoir consumé en bien moins de temps que celui cité ci-dessus, le peu d'oxigène restant dans la très-petite quantité d'air raréfié qu'il est impossible d'extraire totalement du tube. Il est donc clairement démontré que puisque l'oxidation de l'or augmente sans cesse, elle est uniquement due au fluide électrique, qui n'a pas besoin pour la produire du secours de l'oxigène (1).

---

(1) Voyez des expériences analogues faites dans le Cabinet de Physique de M. Charles, et avec ses belles machines, en 1787, *Journal de Physique*, tom. 30, pag. 433. Des fils d'or, d'argent, de platine . . . furent calcinés dans des vaisseaux où l'on avoit fait le vide, aussi parfaitement qu'il était possible.

Des métaux furent également calcinés dans des vaisseaux remplis d'air inflammable, d'air fixe (acide carbonique) et d'air nitreux. (*Note de J.-C. D.*)

ÉLÉMENS
DE PHILOSOPHIE CHIMIQUE,

Par M. le Chevalier HOMFREDE DAVY, Docteur en Droit, Secrétaire de la Société Royale, Professeur de Chimie à l'Institution Royale et à l'Académie Bakérienne, Membre de l'Institution Royale, de la Société Royale d'Edimbourg, de l'Académie Royale d'Irlande, de l'Académie Royale de Stockolm, de l'Académie Impériale de Médecine et de Chirurgie de Saint-Pétersbourg, de la Société Américaine de Physique, Membre honoraire des Sociétés de Dublin et de Manchester, de la Société Physique d'Edimbourg et de la Société Médicale de Londres;

Traduits de l'anglais par J.-B. VAN-MONS, Correspondant des Instituts de France et de Hollande, etc.;

Avec des additions intercalées au texte.

Un vol. in-8°. A Paris, chez *J.-F.-G. Dufour*, rue des Mathurins-Saint-Jacques, n° 7;

Et à Amsterdam, chez le même Libraire, sur le Rockin. An 1813.

EXTRAIT PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

LES Elémens de Philosophie chimique de H. Davy sont un de ces ouvrages qui font époque dans la science; nous l'avons déjà fait connoître à nos lecteurs.

Van-Mons en a traduit en français les quatre premières divisions, et y a intercalé des notes plus volumineuses que le texte.

« Je livre au public, dit-il, la traduction de la première partie du premier volume de la Chimie philosophique de Davy. Je me suis empressé de faire connoître en France l'ouvrage du chimiste le plus profond et le plus magnifique qui ait encore paru.

» J'ai présenté en plusieurs endroits, à la suite de l'original, des *interprétations théoriques*, suivant la réforme dont j'ai posé les fondemens dans ma *Lettre à Bucholz.* »

Il a déjà paru dans ce Journal un Extrait de l'ouvrage de Davy, sur lequel je reviendrai encore. Je vais aujourd'hui faire

connoître une partie des interprétations théoriques qu'y a intercalées Van-Mons.

Il s'élève d'abord à des considérations générales sur les premiers principes qui composent le globe terrestre.

1°. La substance du globe, dit-il, est un composé de parties égales d'hydrogène et d'oxigène, exempt de toute combinaison avec du calorique (Préface, page XVIII).

2°. Il admet (page XXVI) trois substances principales, ou élémens.

a L'*oxigène*, ou principe comburant.

b L'*hydrogène*, ou principe de combustible qui se trouve dans tous les corps combustibles.

c Le *calorique*, qui est le corps éliminé dans l'action entre les deux autres principes, lequel peut désunir ces principes, ayant pour l'oxigène une plus forte attraction que pour l'hydrogène.

3°. L'*oxigèn e*est le premier élément du globe terrestre.

4°. L'*hydrogène* est le second élément du globe terrestre. Il est le principe général de la combustion, et se trouve dans tous les corps combustibles (page XXIV).

5°. Le *calorique* est le troisième élément du globe terrestre. « Pour moi, dit-il (page XVII), le calorique est un élément matériel qui entre dans la composition de tous les corps contenant de l'oxigène organisé, et qui se proportionne pour la saturation de ce principe, de la même manière que le fait l'hydrogène, lequel est le second élément de la matière terrestre, et que le feroit un corps composé à l'égard d'un élément, ou d'un autre composé. »

Il ajoute (page XXII) : « Le calorique doit être considéré comme le *troisième composant* des corps qui admettent de l'oxigène dans leur constitution. De cette nature sont tous les corps, hors l'hydrogène et les métaux réduits. Le calorique est un véritable élément des corps, qui ne peut y exister qu'en remplacement de l'hydrogène, comme l'hydrogène ne peut se trouver dans les corps qu'en remplacement du calorique, et ces deux substances s'y trouvent dans des proportions déterminées et dans des rapports invariables l'un vis-à-vis de l'autre, pour le même objet, qui est de satisfaire au besoin d'engagement de l'oxigène,

lequel ne peut non-seulement pas exister incombiné, mais même pas en sousaturation. L'hydrogène, au contraire, est plutôt passif qu'actif dans l'exercice des affinités, et il n'en possède aucune pour le calorique.

» L'addition du calorique n'augmente pas le poids des corps, parce qu'il ne presse que dans le sens du soleil. C'est la circulation du calorique entre le soleil et la terre qui entretient le mouvement de la matière et l'organisation du globe. »

(Il faut donc supposer que le calorique vient du soleil.)

6°. Le *gaz oxigène* (page XVII) est le radical des diverses combinaisons du calorique. C'est un composé binaire saturé à parties égales de *calorique* et d'*oxigène*.

7°. L'*eau* est un composé ternaire (page XVIII) qui contient

Oxigène............	15.
Calorique...........	13.
Hydrogène.........	2.

Elle est l'unique composé terrestre connu.

Elle est la matière première qui a perdu une partie de son hydrogène, et a acquis du calorique.

8°. *Tous les autres corps*, *tels que les métaux*, *les terres*, sont des combinaisons de ces trois élémens; ils sont composés de la matière première (c'est-à-dire d'oxigène et d'hydrogène), qui a perdu de l'oxigène et est surchargée d'hydrogène, par l'action du calorique.

« Car, dit l'auteur, page 5, nous avons établi comme probable, que la substance du globe, avant son organisation, étoit composée de parties égales d'hydrogène et d'oxigène, et que son immense masse restée inorganique pouvoit encore consister dans les mêmes principes.

» L'*intervention du calorique*, en enlevant à cette matière une portion d'oxigène, la laissoit surchargée d'une portion d'hydrogène, et par conséquent *transformée en métaux*.

» Ce sont, sous la forme de terres ou métaux oxidés, les substances presque exclusives qui couvrent la surface du globe.

» Un enlèvement plus ou moins considérable d'oxigène, d'où est résultée une surcombinaison diversement proportionnée d'hydrogène, a donné lieu à la formation des divers métaux: il est

probable que les oxides terreux ne sont pas formés postérieurement à leurs métaux, mais simultanément avec eux.

» Il suffit en effet que du calorique intervienne dans la combinaison, pour que de la matière primitive à laquelle de l'oxigène avoit été enlevé, fût transformée en oxide métallique; car un tel oxide est de cette matière désoxigénée pour l'état de métal sans calorique intimement combiné. Si l'eau avoit dû oxider les métaux des terres, en en déplaçant l'hydrogène oxidable, et en déposant elle-même du calorique, beaucoup plus d'hydrogène se seroit trouvé dans l'air, comme produit de cette immense opération. L'eau, au contraire, est née de la substitution du calorique à une grande quantité d'hydrogène pris de l'oxigène de la matière primitive, et sans doute aussi de l'oxigine enlevé, uni à de l'hydrogène déplacé.

» L'eau est le seul corps oxidé qui n'a point de base, et c'est la seule combinaison ternaire connue.

» Le *gaz oxigène* consiste en parties égales d'oxigène et de calorique, comme la matière primitive du globe consiste en parties égales d'oxigène et d'hydrogène. Il n'y a également que ces deux combinaisons binaires dans la nature.

» Le gaz hydrogène, dit-il, page 355, a pour élément l'hydrogène et le phlogistique.

» Toutes les autres combinaisons sont plus compliquées, ou consistent en des composés avec le seul corps simple, qui est l'hydrogène, ou avec des corps eux-mêmes composés.

» Les métaux ont pour principe la combinaison binaire d'oxigène et d'hydrogène, avec ce dernier principe en surcombinaison. Ce sont, avec l'hydrogène, les seuls corps non oxidés connus, ou les seuls qui contiennent l'hydrogène réduit, parce que le principe, qui est l'élément de toute combustion, doit l'être aussi de toute réduction.

» On voit déjà que l'adjonction du calorique à un corps réduit avec déplacement à demeure, d'une quantité relative d'hydrogène, doit faire de ce corps un oxide. C'est probablement ainsi que sont oxidés les métaux des terres, et qu'a été désengagé l'hydrogène pour la formation d'une partie de l'eau.

» Les acides secs hydrogénés, ou le carbone, l'azote, le soufre, le phosphore, le bore et le fluore, ont pu aussi prendre naissance par des métaux qui se sont oxidés en s'adjoignant inamoviblement du calorique, et sans que l'hydrogène ait été déplacé à demeure.

» De

» De même l'acide muriatique oxigéné aura pu devoir son existence, soit à un métal fortement déplacé dans son hydrogène, avec demeure en engagement de son oxigène, à l'aide du calorique inamoviblement accédant ; ou l'acide muriatique simple a pu être le produit d'une formation immédiate d'eau, dans laquelle de la base légérement désoxigénée a été retenue.

» Pour éprouver le changement organisateur dans sa matière, le globe a dû se trouver momentanément à une distance du soleil à laquelle, à l'aide du calorique, de l'hydrogène a pu être déplacé, ou de l'oxigène enlevé. »

. . . .

Nous nous contentons d'exposer l'opinion de l'auteur sur la nature du globe terrestre, qu'il regarde comme un composé d'oxigène et d'hydrogène ; et du calorique s'y est joint postérieurement.

On sait que Herschel suppose que tous les grands globes, par conséquent les terrestres, sont composés de la matière nébuleuse.

SUBSTANCE AÉRIFORME.

Plusieurs physiciens croient avec Anaximène, que la matière première a été aériforme,

Voyez ce que j'ai dit page 46 de mon Discours préliminaire de cette année, *Cahier de Janvier*.

DESCRIPTION

DES PLANTES RARES

QUE L'ON CULTIVE A NAVARRE ET A MALMAISON.

PAR A. BONPLAND.

Troisième Livraison. A Paris, chez *F. Schoel*, Libraire, rue des Fossés-Montmartre, N° 14.

EXTRAIT.

CETTE troisième Livraison est composée des six planches suivantes :

1. *EUCALYPTUS DIVERSIFOLIA.*
Ordo naturalis myrti. Juss.
Icosandria monogynia. Linn.

Eucalyptus foliis glaucis, falcato-lanceolatis, apice mucronatis ad basim æqualiter angustatis, umbellis axillaribus operculo conico-mutico, capsulâ turbinestâ, operculo cruciformi clausâ.

Cette belle plante habite la Nouvelle-Hollande.

C'est un arbre toujours vert, de vingt pieds de hauteur (7 mètres).

2. *EUPATORIUM DELTOIDEUM.*
Ordo naturalis corymbifera. Juss.
Syngenesia polygamia æqualis. Linn.

Eupatorium foliis petiolatis, hastato triangularibus trinerviis subæqualiter crenatis, subtus pubescentibus, paniculâ corymbosâ, calicibus multifloris.

On ignore d'où elle vient; l'auteur suppose qu'elle vient de l'Amérique méridionale.

C'est une plante de quatre à six pieds de haut.

3. *BOHEMERIA CAUDATA.*
Ordo naturalis urticæ. Juss.
Monoecia tetragynia. Linn.

Bohemeria-caule suffructicoso : foliis oppositis subcordato ovalibus trinerviis acuminatis serratis , spicis longissimis pendulis.

Elle habite les Antilles.

Cette plante est ligneuse, haute de quatre à cinq pieds.

4. *ERICA EDELINIA.*
Ordo naturalis.

Erica, ramis, ramulisque erectis, foliis quaternis linearibus patentibus, floribus cernuis infra ramulorum apicem verticillatis, spicato aggregatis, corollis tubulosis, clavatis, basi excavationibus quatuor notatis, staminibus inclusis, aristis sectaceis instructis, stylo exserto.

Cette plante habite le cap de Bonne-Espérance.

Elle est ligneuse et s'élève à quatre à cinq pieds de haut.

5. *LINUM TRIGYNUM.*
Ordo naturalis cariophilleæ. Juss.
Pentadria pentagynia. Linn.

Linum, caule suffructicoso, foliis alternis, ovali oblongis subintegerrimis, mucronatis, floribus trigynis, calice quinque partito laciniis lanceolatis.

Cette plante habite l'Inde orientale.

Elle est ligneuse, haute de deux à trois pieds.

6. *LINARIA PAUCIFLORA.*
Ordo naturalis scrophulariæ. Juss.
Didynamia angispermia. Linn.

Linaria caule simplici, foliis linearibus, glaucis inferioribus quaternis, floribus breviter pedicillatis, calcare acuto, corollâ triplo-longiorâ.

Sa patrie est inconnue.

Cette plante est annuelle; glauque.

Nous avons déjà fait connoître la perfection des deux premières livraisons de cet Ouvrage; cette troisième ne le cède en rien aux deux premières.

On doit regarder cet Ouvrage comme un des plus beaux que possède la Botanique.

DE L'ACIDE FLUORIQUE

DANS LES SUBSTANCES ANIMALES.

Morichini a le premier aperçu l'acide fluorique dans les substances animales; il le retira des dents.

Berzelius a confirmé cette découverte. Il a retiré cet acide des autres os humains et de ceux du bœuf, il a trouvé 2 pour 100 de fluate de chaux dans les os humains et dans ceux du bœuf.

Il a également trouvé l'acide fluorique dans l'urine.

NOUVELLES LITTÉRAIRES.

An introduction the Geology illustrative, etc. ou Introduction à la Géologie illustrée par la structure générale du globe de la terre, comprenant les Elémens de cette science et un Essai sur la Géographie minérale de l'Angleterre; par Robert Bakewell.

> Une connoissance des richesses souterraines est un moyen de fournir dans le pays de plus grandes richesses que les mines du Mexique et du Pérou.
>
> *Le Président du Comité d'Agriculture.*

Un vol. in-8°. A Londres, de l'Imprimerie de *J. Harding*, Saint-James street.

Nous rendrons compte de cet Ouvrage intéressant.

Romanarum plantarum fasciculus primus, auctore Antonio Sebastiani, Medicinæ Doctore, Academiæ Italicæ, Soc. honor., etc. In-8°. Romæ, typis de Romanis.

Cet Ouvrage ne peut manquer d'intéresser les botanistes.

Faute a corriger dans le Cahier de Février précédent.

Page 165, ligne 24, stuphano - électriques; *lisez* sunaphto-électriques, c'est-à-dire électriques par le contact.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.

De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

AVIS

A MM. LES SOUSCRIPTEURS.

Les circonstances impérieuses ont retardé la publication des Cahiers du *Journal de Physique*, comme elles ont retardé celle des autres Journaux de Sciences. Mais nous réparerons bientôt ces retards.



JOURNAL
DE PHYSIQUE,
DE CHIMIE
ET D'HISTOIRE NATURELLE.

AVRIL AN 1814.

SUITE A MES MÉMOIRES SUR LES CRISTALLISATIONS GÉOLOGIQUES.

DE LA FORMATION DES HOUILLES ET DES SUBSTANCES BITUMINEUSES.

PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

J'AI démontré dans ma Théorie de la terre, que le globe terrestre et ses différentes parties ont été formés par cristallisation (Théorie de la Terre, première édition en 1795, et seconde édition en 1797). J'avois déjà fait connoître mon opinion à cet égard, dans ce Journal, tome XVII, page 251.

J'ai donné postérieurement, dans ce Journal [tome XLII, page 132; tome XLIII, page 355 (an 1793); tome LXXI, page 17 (an 1810)], des développemens sur ces différentes cristallisations,

qu'on ne peut plus révoquer en doute. Mais les progrès rapides de la Philosophie naturelle ajoutent chaque jour de nouveaux éclaircissemens, de nouveaux faits, de nouvelles preuves à ces vérités. Je vais exposer ici les connoissances nouvellement acquises sur la formation des substances bitumineuses.

Les couches bitumineuses sont ordinairement en un nombre assez considérable, quelquefois plus de soixante superposées les unes au-dessus des autres, et parallèles entre elles. Celles qui enveloppent immédiatement les substances bitumineuses sont le plus souvent composées d'un schiste argileux, ou d'un grès schisteux, dans lequel on distingue quelquefois des portions de feld-spath, ce qui prouve que ce grès provient du débris des granits; mais les autres couches intermédiaires sont très-souvent calcaires, et forment des strates plus ou moins épais. Dans les houillières de la montagne Saint-Gilles, auprès de Liége, quelques-uns de ces strates ont jusqu'à quatre cents pieds d'épaisseur, et on y connoît déjà soixante-une couches de houille.

Ces diverses couches, principalement les schisteuses argileuses, les grézeuses... sont en général remplies d'impressions de différentes plantes, et quelquefois de celles de poissons; on y trouve même quelquefois des coquilles, comme dans des houillières près Moulins. Ces poissons et coquilles paroissent avoir appartenu à des animaux marins, et la plupart sont exotiques.

Il faut bien distinguer ces houilles de l'antracite, qui se trouve ordinairement dans les terrains primitifs, et qui paroît n'être que du carbone pur... sans huile...

Ces couches de houille sont le plus souvent très-étendues, et occupent quelquefois des contrées entières. Il paroît que celles du pays de Liége s'étendent par Huy, Namur, Tournai...

Quelques-unes de ces couches sont très-épaisses; il y en a au Creuzot, proche Mont-Cenis, en Bourgogne, qui ont jusqu'à 30, 40, 50 pieds d'épaisseur (1).

D'autres couches n'ont que quelques pouces d'épaisseur, et même quelques lignes, et se prolongent également à de grandes distances.

Quelques-unes de ces couches sont dans des bassins, des vallées, des hautes montagnes, comme celles de Santa-Fé, de Bogota,

---

(1) *Journal de Physique.*

à 2200 toises au-dessus du niveau de la mer... Celles-ci pourroient avoir été formées dans des lacs.

D'autres sont au niveau des eaux des mers, et plongent même à de grandes profondeurs au-dessous de ce niveau; telles sont celles de White-haven, dans le duché de Cumberland, en Angleterre, dans lesquelles Franklin est descendu.

« En suivant, dit-il, la veine de charbon, et descendant peu » à peu vers la mer, je parvins jusqu'au-dessous de l'Océan, où » le niveau de la surface étoit au-dessus de ma tête à plus de » 800 brasses (4000 pieds), et les mineurs m'assurèrent que les » ouvrages s'avançoient jusqu'à quelques milles au-delà, en des- » cendant toujours par degrés au-dessous de la mer. Les couches » qui servent de toit au charbon sont d'ardoises, *chargées d'im-* » *pressions de plantes.* » (Œuvres de Franklin, traduction française, tome II, page 199.)

Les couches conservent ordinairement entre elles un parfait parallélisme, quoique séparées par d'autres couches de différentes natures, et qui ont souvent une grande épaisseur.

Leur situation est souvent à peu près horizontale; d'autres fois elles sont plus ou moins inclinées; enfin quelques-unes sont presque verticales (Voyez, dans Genetté, la planche des couches bitumineuses de la montagne de Saint-Gilles, près de Liége); on y voit des couches presque horizontales; d'autres plus ou moins inclinées; enfin quelques-unes sont presque verticales. J'ai fait copier cette planche dans ma Théorie de la Terre, tome V.

Mais il est arrivé souvent que les couches inférieures ont fléchi, ce qui a donné une inclinaison plus ou moins considérable à toutes les couches supérieures. On reconnoît facilement ces accidens, par la manière dont se présentent les couches; elles sont brisées brusquement et appuyées contre des substances d'une nature différente; c'est ce qu'on observe au Creuzot, une partie des couches très-inclinée est appuyée immédiatement, sous un angle de 50 à 70 degrés, contre une montagne granitique.

Cette inflexion des couches inférieures a produit quelquefois des fentes plus ou moins larges, qui ont été postérieurement remplies par des substances étrangères; c'est ce qui a produit souvent les *failles*, *sprungs*, *sauts*.

Les houilles se trouvent le plus souvent dans des schistes situés au bas des terrains primitifs, ou sur leurs flancs. Telles sont les

houilles du Forez et celles de la plupart des provinces méridionales de la France.

Cependant quelques mines de houille sont dans des terrains secondaires assez éloignés des primitifs; telles sont les mines de Valenciennes, de Mons... Mais elles sont toujours situées dans des couches schisteuses et autres composées d'un grès schisteux. Ces couches schisteuses ont été postérieurement recouvertes de couches calcaires, dit d'Aubuisson, en parlant des houillières d'Anzin. (Journal des Mines, tome XVIII, pag. 119 et 127.) Ainsi on doit supposer qu'elles ont été aussi déposées primitivement dans des couches schisteuses.

Pour expliquer la formation des bitumes, examinons les diverses substances *minérales* combustibles qui se présentent sous différens états.

DES BOIS FOSSILES.

On rencontre en un grand nombre d'endroits des bois fossiles plus ou moins bien conservés, et ordinairement noirs. Ils sont enfouis à différentes profondeurs; quelques-uns sont même assez intacts pour être employés à des ouvrages de charpente et de menuiserie; d'autres fois ils passent à l'état de jayet... Je n'entrerai point dans de grands détails à cet égard, parce qu'il est peu de contrées où il n'y ait des amas de ces bois fossiles.

Un des endroits les plus renommés pour ces amas de bois fossiles, est la Prusse ducale. En creusant jusqu'à cent pieds de profondeur sur les bords de la mer, on rencontre des couches considérables de gros arbres qui sont recouverts d'attérissemens. On ignore la profondeur de ces dépôts; c'est dans ces dépôts qu'on trouve le succin. « On y a établi, dit Crell (1), suivant toutes » les règles de l'art, des puits, des galeries dont on retire le succin en assez grande quantité. Je suis descendu dans un de ces » puits qui se trouve à la distance de deux cents pieds de la mer. » Sa profondeur étoit de $98\frac{1}{2}$ pieds. Nous découvrîmes que l'ambre » jaune étoit enclavé entre deux salbandes du charbon ligneux. »

J'ai des bois fossiles du mont Meismer et autres endroits, qui passent également à l'état de charbon ou de jayet.

A *Castel-Nuovo*, dans l'état de Parme, il y a une grande quantité de bois fossile, auprès du lieu où l'on a découvert une

---

(1) *Journal de Physique*, tome 39, page 365.

source abondante de pétrole. Ce bois est à l'état bitumineux, dit Mojon. On en a retiré des troncs de différentes épaisseurs, jusqu'à 6 décimètres (18 pouces); quelques-uns sont *comprimés, et présentent dans leur section transversale une forme elliptique;* il brûle comme le charbon de bois; *ses cendres contiennent de l'alcali.* Il y a quelquefois du fer sulfuré, ou pyrite, mélangé avec ces bois.

Dans toute la Lombardie on trouve des bois fossiles; il y en a des quantités considérables sur les bords de l'Arno; plusieurs paroissent être des chênes, qui sont assez bien conservés pour être employés dans les arts.

La montagne de Steinberg, dans la Hesse, contient une grande quantité de bois fossiles recouverts de sablons, ainsi que le Robelberg et le Veisner, autres montagnes de ces cantons.

Le Belberg, montagne auprès de Zurich, est rempli de bois fossiles.

On trouve aussi beaucoup de bois fossiles en différens endroits de l'Angleterre.

Tous ces bois fossiles sont ordinairement noirs, quelquefois bruns.

L'origine de ces bois fossiles paroît due à plusieurs causes, dont les principales sont :

I. Les rivières, surtout les grands fleuves, déracinent les arbres qui sont sur leurs rivages, principalement lorsque leurs eaux sont enflées; ils les charient à des distances plus ou moins considérables; quelquefois ils les déposent sur leurs propres rivages, ou dans les îles qu'ils forment par leurs attérissemens. C'est pourquoi on a observé des bois fossiles dans la plupart des vallées où coulent les grands fleuves; le bassin de la Seine en contient de grandes quantités.

Mais le plus souvent ces bois sont transportés jusque dans les lacs et dans les mers où aboutissent ces fleuves. Tous les grands fleuves qui traversent les contrées peu cultivées par la main de l'homme, et couvertes de bois, charient des quantités immenses d'arbres qu'ils ont déracinés dans le temps de leurs crues; tels sont les grands fleuves de l'Amérique, l'Amazone, l'Orénoque, la Plata, le Mississipi, le Saint-Laurent... Mais c'est particulièrement dans les mers du Nord, que l'on voit aujourd'hui ces bois flotter sur leurs eaux. Les voyageurs étonnés de la quantité immense de ces bois, ne cessent pas d'en parler.

Eddege, qui a demeuré long-temps au Groenland, a vu des amas énormes de ces bois.

Ellis en parle également : «Nos vaisseaux, dit-il, eurent sur » les côtes de la baie d'Hudson, à traverser une quantité prodi- » gieuse de bois flottans; c'étoient de grosses poutres qu'on au- » roit prises pour des bois de charpente, et qui se présentoient » de toutes parts. »

Crantz fait également mention de ces bois, dont les mers du Nord sont couvertes, et qui sont ensuite jetés sur la côte. « On » voit, dit-il, au Groenland, des grands arbres déracinés qui, » roulant des années entières sur les flots et sur les glaces, ont » perdu leurs branches et leurs écorces, et se trouvent rongés » par le temps et les vers. Ce sont ordinairement des saules, des » aulnes, du bouleau, qui viennent des mers du Sud, ou des » trembles que la mer charie de plus loin; mais la plus grande » partie consiste en pins et sapins. »

On retrouve ces bois flottans sur les côtes du Spitzberg et jusqu'à celles du Kamtchatka.

Phipps a également aperçu une grande quantité de bois flottant sur les mers du Nord.

Ces arbres ont été déracinés par les torrens, par les grands fleuves, et même par les marées. Les avalanches en auront encore souvent entraînés; car, dans ces montagnes du Nord, les avalanches doivent, comme dans les Alpes, renverser des forêts entières. Ces arbres, arrivés à la mer, obéissent aux différens courans et sont jetés, tantôt sur une côte, tantôt sur une autre. Ce sont les vents du nord et ceux du nord-ouest, dominant sur ces mers, qui les charient de cette manière.

Les lieux d'où viennent ces bois ont été l'origine de grandes contestations parmi les voyageurs.

Les uns ont prétendu qu'ils venoient du Canada ; on leur a répondu que dans le Canada il y avoit beaucoup de chênes, et qu'on n'en trouvoit aucun parmi ces bois flottés.

D'autres les font arriver d'Irlande, d'Ecosse, du Groenland, du Spitzberg, de Sibérie....

Mais pourquoi n'en viendroit-il pas de tous ces lieux en même temps? Les mêmes causes doivent agir dans tous ces pays.

Les grands sapins, les pins, les mélèzes peuvent être apportés par les grands fleuves de Sibérie, où ces arbres sont très-communs.

Les fleuves du Spitzberg, de la Nouvelle-Zemble, du Groenland, du nord de l'Amérique, doivent également charier des bouleaux, des saules..., qui y sont très-abondans.

Ces bois sont plus communs dans les mers du Nord, parce que les contrées d'où ils viennent sont couvertes de forêts et peu cultivées par la main de l'homme.

Tous ces bois ainsi amoncelés sont de suite recouverts par les sables, les galets et les attérissemens que charient les fleuves et les mers, comme dans la Prusse ducale...

II. Les bois fossiles ont encore pu avoir une autre origine. Il arrive quelquefois que des terrains entiers s'affaissent; s'ils sont couverts de forêts, elles s'affaisseront également et seront ensuite recouvertes par les terrains superposés. Telle paroît être l'origine des arbres fossiles qu'on trouve dans l'île de Man.

« Dans l'île de Man, dit Ray, on trouve dans un marais qui » a six milles de long et trois milles de large, appelé *Carragh*, » des arbres souterrains qui sont des sapins, et quoiqu'ils soient » à dix-huit à vingt pieds de profondeur, ils sont cependant » fermes sur leurs racines. »

. . . .

III. Enfin des inondations auront pu enfouir plusieurs arbres. La mer, soulevée par une cause quelconque (comme on l'a vu en Hollande), se porte avec violence sur des terrains couverts de forêts; aidée de l'action des vents, elle les brise et les renverse.

« On a trouvé une grande quantité d'arbres souterrains à » Youle, province d'Yorck. Il y en a qui sont si gros qu'on s'en » sert pour bâtir... Tous ces arbres paroissent rompus, et les » troncs sont séparés des racines, comme des arbres que la violence d'un ouragan, ou d'une inondation, auroit cassés et emportés. Ce bois ressemble beaucoup au sapin. » (Transactions philosophiques, n° 228.)

Le courant de la mer qui aura brisé ces arbres les portera sur les côtes opposées, comme nous avons vu que le font les fleuves. Il les y déposera et les couvrira ensuite d'attérissemens.

La plupart de ces bois fossiles conservent leurs caractères de bois; ils sont souvent assez peu altérés pour être employés dans les arts.

On trouve parmi ces bois des racines, des tiges, des feuilles, des fruits... assez bien conservés.

Ces arbres sont souvent exotiques.

Autenrieth a observé sur les bords du Necker une forêt entière fossile de gros troncs de palmiers couchés, dont quelques-uns avoient jusqu'à deux pieds de diamètre...

B. de Jussieu a trouvé dans les charbons de Saint-Chaumont des plantes fossiles qui croissent aujourd'hui dans les Indes...

Il faut supposer, comme je l'ai dit dans ce Journal, t. LXXVI, qu'à l'époque où ces fossiles ont été déposés, ces contrées jouissoient d'une température chaude.

D'autres fois ces arbres fossiles sont analogues à ceux des contrées où on les trouve.

Correa a observé des quantités considérables de bois fossiles à Sutton, sur les côtes d'Angleterre; il a reconnu des bouleaux, des salix equifolia... végétaux de ces contrées.

Lafruglaie a observé sur les côtes de Bretagne, du côté de Morlaix, une forêt fossile qui s'étendoit l'espace de sept lieues. Les arbres y étoient renversés en tout sens; il y a reconnu des ifs, des chênes, des bouleaux, des mousses, des racines, des fougères, des joncs, des asperges... enfin *la moitié d'un cocco.*

La nature de ces végétaux prouve qu'ils étoient analogues à ceux qui vivent aujourd'hui dans ces contrées. Ces forêts ont donc été renversées par de violens courans des eaux des mers.

Le cocco, qui étoit mélangé avec les végétaux de nos contrées, prouve que le courant qui a renversé ces forêts venoit des contrées équinoxiales.

Quelquefois ces arbres fossiles, tels que ceux qu'on trouve à Castel-Nuovo, dans le pays de Gênes, ont été comprimés et aplatis, au point de présenter dans leur section transversale une forme elliptique, suivant l'observation de Mojon.

On trouve souvent au milieu de ces amas de bois fossile des pyrites qui paroissent s'y être formées, comme dans les schistes, les argiles...

DES TOURBES.

J'ai distingué deux espèces de tourbes (1); l'une, que nous avons appelée *marécageuse*, et qui se forme dans les eaux par la décomposition des plantes aquatiques principalement, et l'autre, que nous avons appelée *tourbe sèche*, parce qu'elle paroît se former dans des terrains secs, par la décomposition de bois fossiles qui sont réduits à l'état terreux.

Les tourbes *sèches* ne paroissent être que le produit des bois fossiles assez décomposés pour être réduits à l'état terreux, telles sont les tourbes de Brulh, auprès d'Andernach; elles occupent un espace de plusieurs lieues en longueur et en largeur; on les a exploitées jusqu'à la profondeur de plusieurs pieds.

Elles paroissent produites par des plantes exotiques, car on y a découvert des restes de palmiers.

Leur couleur n'est pas noire, mais brunâtre.

On doit trouver de pareilles tourbes dans plusieurs autres endroits. Klaprott en a décrit une mine qui se trouve dans le comté de Mansfeld, où elle est appelée *terre ligneuse bitumineuse*. Il lui donne le nom de *braunkohle* (2). « Par son aspect » et ses propriétés, dit-il, on voit clairement que cette tourbe » a dû former la partie fibreuse d'une immense masse de bois en» traînée par les eaux, qui ensuite a été altérée par la pourriture, » mais qui n'est pas encore entièrement décomposée. »

Il a retiré de 200 grains de cette substance :

Gaz hydrogène carboné. . . .	118 pouces.
Gaz acide carbonique.	17
Eau acidule (qu'il croit un produit de la distillation, un acide pyro-lignique).	24 grains.
Huile brune figée.	60
Résidu charbonneux.	77.5.

Ce résidu, examiné avec soin, lui a donné

Chaux sulfatée.	5 grains.
Chaux carbonatée	4
Chaux pure	un atome.

(1) Leçons de Minéralogie, tome 1er.

(2) Traduction françoise de ses œuvres, tome II, page 452.

Résidu sablonneux.	23 grains.
Alumine	1
Fer oxidé.	2
Charbon.	40.

Les tourbes *marécageuses* sont beaucoup plus abondantes que celles-ci; elles se trouvent ordinairement dans les terrains marécageux. Genetté dit qu'il y en a beaucoup dans les vallées du Blogsberg, une haute montagne de la Basse-Saxe, et dans celles du Brohen, la plus haute montagne du Hartz (1); elle paroît ensuite s'étendre sur les collines voisines, parce qu'elle y est entraînée par les eaux.

Cette tourbe est également très-abondante dans les lieux bas et marécageux, comme sur les bords des lacs de Morat, de Bienne..., en Suisse, en Frise, à Brême, à Groningue, en Picardie... Elle est souvent soulevée par les eaux, et forme des îles flottantes; quelquefois ces îles sont entraînées jusque dans la mer...

Lorsque les tourbières ont acquis une certaine consistance, on en cultive la surface, on y construit même des habitations; mais dans la crainte que la tourbière ne soit soulevée par les eaux dans le temps des crues, et ne forme une île flottante qui pourroit être portée plus ou moins loin par les vents, on est obligé de la fixer à la partie du continent qui est ferme; ce qu'on fait avec des cables attachés à des pieux enfoncés d'un côté dans la tourbière, et de l'autre dans le continent.

Les plantes aquatiques qui contribuent le plus à la formation de cette tourbe, sont la Presle, *equisetum*, le Scirpus, la Masse d'eau, *typha*, les Conferves... Ces plantes végètent avec beaucoup de force, et augmentent chaque année la masse de tourbe d'une quantité considérable, comme on le voit dans les tourbières que l'art fait en Hollande...

Il se forme des pyrites dans les tourbières, comme dans les bois fossiles. Ces pyrites, en se décomposant par les causes connues, peuvent s'enflammer, comme on le voit dans celles du Soissonois.

Les tourbes ordinaires, en brûlant ne donnent point l'odeur bitumineuse.

Proust a donné l'analyse d'une tourbe marécageuse de Dax (2).

---

(1) Genetté, *Mémoire sur les Houilles*.

Deluc (*Journal de Physique*, tom. XXXVIII, pag. 186) parle de pareilles tourbes.

(2) *Journal de Physique*, tome LXIII, page 337.

Cent parties lui ont donné,

1° De l'eau,
2° Du vinaigre mêlé d'ammoniaque,
3° Une huile figée,
4° De la silice,
5° De la magnésie,
6° De la chaux sulfatée.

Il a fait bouillir de l'acide nitrique sur cette tourbe, et il en a retiré,

1° De l'acide oxalique,
2° Du jaune amer.

Il n'y a point d'alcali, comme dans le bois fossile.

DE L'AMPELITE.

L'ampelite est une espèce de tourbe sèche qui approche déjà du charbon, ou *xilanthrax;* elle brûle avec l'odeur bitumineuse.

Celle du Soissonois contient une grande quantité de soufre et de fer. (Leçons de Minéralogie, tome II, page 576.)

DU JAYET.

Les bois fossiles passent quelquefois à l'état de jayet. Nous avons rapporté l'observation de Crell, qui dit avoir vu le succin (qu'on ramasse dans les bois fossiles de la Prusse ducale) être enclavé entre deux salbandes de charbon ligneux (1); c'est que le bois fossile a déjà été assez altéré pour ne plus avoir l'apparence de bois ligneux ou fibreux; il ressemble plutôt à une espèce de résine. Néanmoins il brûle toujours comme le bois, mais l'odeur qui s'en exhale est bitumineuse.

On ne sauroit douter que le jayet n'ait été du bois, puisqu'on voit encore le tissu ligneux dans plusieurs morceaux de jayet.

Le jayet se trouve en assez grande quantité dans le département des Landes, du côté du Tarn, en France; il n'y est pas en couches continues, comme les charbons, on l'y trouve en morceaux isolés.

L'Espagne en fournit également... Il est peu de contrées où l'on n'en trouve.

Mojon a donné la description de bois fossiles passant à l'état

(1) *Journal de Physique*, tome XXXIX, page 365.

de jayet, trouvés à Castel-Nuovo et à Amiano, sur les confins du territoire de Gênes. On en a retiré des troncs d'arbres de différentes grosseurs ou épaisseurs, jusqu'à 6 décimètres (ou 19 pouc.); il y en a quelques-uns de *comprimés*, qui présentent dans leur section transversale une *forme elliptique*. On croit reconnoître que quelques-uns de ces arbres ont été des sapins.

Ces arbres sont d'un noir plus ou moins éclatant ; ils reçoivent un beau poli, brûlent avec une flamme vive et brillante et une odeur bitumineuse. La chaleur qui s'en dégage est plus considérable que celle que donne le charbon végétal.

On trouve des pyrites mélangées avec ces bois fossiles.

Les bois fossiles qu'on trouve au milieu des argiles de Vaugirard, donnent également en brûlant une odeur bitumineuse.

L'analyse du jayet a donné à Proust (1),

De l'huile,
De l'ammoniaque,
Du gaz acide carbonique,
De l'oxide gazeux à flamme bleue,
Charbon 0.40, trois fois plus volumineux que le jayet.

La liqueur qui reste après sa séparation est d'un jaune foncé très-amer.

Elle donne de l'acide oxalique cristallisé, et de l'acide benzoïque.

DU LITHANTRAX, CHARBON MINÉRAL, OU DES HOUILLES ET DES SUBSTANCES BITUMINEUSES.

Le lithantrax (charbon de pierre), charbon minéral, les houilles ou les substances bitumineuses, se présentent sous un aspect tout différent que les tourbes, les bois fossiles et le jayet. On n'y distingue aucun tissu végétal; elles cassent facilement; cependant on y trouve quelquefois mélangés des débris de végétaux, des portions d'arbres...

Leur cassure est résineuse.

Leur pesanteur est 1.3500.

Elles brûlent vivement en donnant une forte odeur bitumineuse, comme le jayet.

La chaleur qui s'en dégage est plus considérable que celle du charbon de bois.

L'analyse chimique en dégage des principes analogues à ceux des substances des êtres organisés.

---

(1) *Journal de Physique*, tome LXIII, page 335.

Proust a analysé différens charbons de terre (1).

Cent parties lui ont donné,

Carbone	64 à 77.
Huile	8 à 12.
Ammoniaque, fer et terre	5 à 13.
Gaz hydrogène carboné / Gaz acide carbonique	8 à 19.
Acide sulfureux.	
Eau.	

Les cendres contiennent :

Silice, une assez grande quantité.
Alumine.
Chaux sulfurée.
Magnésie.

Mais il n'a obtenu

ni chaux carbonatée,
ni *muriates*,
ni *phosphates*,
ni sels neutres,
ni *potasse*, tandis qu'on en trouve dans les cendres du bois fossile.

On voit que le lithantrax ne contient plus *a* d'acide végétal, comme la tourbe et le jayet,

b ni potasse, comme le bois (2).

Il faut donc que ces deux principes aient disparu dans la conversion des matières végétales en charbon.

c L'huile est liquide et non point figée, comme dans la tourbe.

d Enfin il donne de l'acide sulfureux.

Les produits de cette analyse sont analogues à ceux qu'ont obtenus les autres chimistes.

Hatchette rapporte (*Journal de Physique*, t. LXIV, p. 407) des expériences qui lui ont donné des produits analogues.

1°. Il mit 105 grains de charbon de bois de chaux dans un creuset de métal, et les fit brûler. Ce charbon donna de l'alcali (potasse) avec quelque trace de sulfate (sulfate de potasse).

2°. Au contraire, il prit du charbon formé par le procédé hu-

---

(1) *Journal de Physique*, tome LXIII, page 320.

(2) Ces faits prouvent que la potasse peut se décomposer, comme d'autres faits prouvent qu'elle se compose chez les végétaux, les animaux et dans les nitrières, et qu'elle n'est pas un élément *indécomposé*.

mide, c'est-à-dire de la sciure de bois sur laquelle il avoit versé de l'acide sulfurique affoibli, et qu'il avoit placé sur un bain de sable depuis le commencement de juin jusqu'à la fin de septembre; il le lava et le fit brûler également; il brûla avec flamme, comme le charbon de Kilkenny et d'autres qui ne contiennent point de bitume; il se consuma lentement, comme le charbon de mine ci-dessus, laissant quelques cendres d'un rouge pâle, qui pesoient deux grains.

Ces cendres n'offrirent pas le moindre vestige d'alcali.

DE L'ANTRACITE.

L'antracite paroît avoir les mêmes caractères que le lithantrax ou charbon de pierre.

Mais il en diffère par plusieurs qualités essentielles.

a Il brûle difficilement.

b Il ne donne point d'huile, mais seulement de l'air inflammable.

c Il n'a point l'odeur bitumineuse lorsqu'on le brûle.

d Il se trouve dans des terrains primitifs, dans des granits.

. . . .

On en a conclu (1) qu'il est du carbone pur.

On trouve quelquefois de l'antracite dans les terrains secondaires et avec des impressions végétales, dit Hericart de Thury. Il a pu y avoir été apporté des terrains primitifs, ou être un produit du lithantrax décomposé.

DE L'ASPHALTE.

L'asphalte, pissaphalte, poix minérale, bitume de Judée... sont des bitumes plus ou moins mous.

Il coule quelquefois, comme au *puits de pege* ou *poix*, en Auvergne, entre Clermont et Montferrand.

Exposé à l'air, il absorbe de l'air pur et acquiert une consistance plus ou moins solide.

Son tissu est uniforme et a l'aspect résineux.

Sa cassure est lisse.

Sa pesanteur est 1,1044.

Il brûle avec une flamme vive et donne une grande chaleur.

En brûlant il répand une odeur bitumineuse.

L'asphalte se trouve en beaucoup d'endroits.

---

(1) Voyez mes Leçons de Minéralogie, tome 1, page

a Sur les bords de la mer Morte.
b A Dennemore en Uplande.
c A Orlona en Albanie.
d Au *Puits de pege*, proche Clermont en Auvergne.
e Dans le Val-Travers, au-dessus de Neuchâtel en Suisse.

. . . .

Cet asphalte se volatilise continuellement du sein de la terre. En Auvergne, on le voit sortir journellement des terrains volcaniques et des fentes des rochers, comme au Pont-du-Château...

Klaproth a retiré de 100 grains d'asphalte d'Orlona en Albanie (Traduction française de ses Œuvres, tome II, page 451),

Gaz hydrogène carboné.	36 pouces.
Huile bitumineuse	32 grains.
Eau légérement ammoniacale. . .	6.
Carbone.	30.
Silice.	7.50.
Chaux.	0.75.
Fer oxidé.	1.25.
Manganèse oxide.	0.50.

DES HUILES MINÉRALES.

Les huiles minérales sont assez abondantes à la surface de la terre.

Un des endroits qui en fournit une grande quantité, est la presqu'île d'Apcheron, sur le rivage nord-ouest de la mer Caspienne, dans un lieu nommé *Bakou*. On en retire par an plus de 90,000 liv.

On en trouve aussi dans la presqu'île de Bael, dans les mêmes cantons.

Ces huiles se répandent dans la mer.

Dans la baie de Naples, il y a au milieu de la mer, proche la base du Vésuve, une fontaine d'huile minérale, dit Breislak, Voyage dans la Campanie.

Dans le pays de Modène, il y a également des fontaines qui donnent beaucoup d'huile minérale.

La fontaine de Gabian, en France, en fournit également...

A *Amiano*, village de l'état de Parme, aux confins de la Ligurie, il se manifesta en 1802 une source très-abondante de pétrole. Mojon en a donné une description.

« Castel-Nuovo, dit-il, est un pays de la Lunigiana, aux confins de la Ligurie. C'est dans les plaines de ce pays, à une demi-

lieue de l'embouchure de la *Magra*, que le réservoir de la substance en question a été découvert; il est situé dans un terrain formé de couches argileuses et calcaires plus ou moins épaisses, et inclinées en divers sens dans toute leur étendue. La nature du fossile, ainsi que la constitution du sol, montrent à l'évidence que ces couches n'ont été formées que par de grandes alluvions qui ont entraîné et enseveli des *forêts entières*. On ne peut cependant déterminer l'étendue de ce dépôt, parce que les puits projetés à différentes distances, à cet effet, n'ont pas encore été exécutés. On n'en a fait jusqu'à présent qu'un seul, de 12 mètres environ de profondeur, et dont le fond se trouve inondé par une source d'eau qui jaillit d'une excavation qu'on a tentée latéralement.

» Ce bois bitumineux conserve encore sa forme primitive; on on a retiré des troncs qui ont jusqu'à 6 décimètres, parmi lesquels il y en a quelques-uns de *comprimés*, qui présentent dans leur section transversale des formes elliptiques.

» Brûlé, ses cendres contiennent de l'alcali.

» C'est auprès de cet endroit, à Amiano, que se trouve une source très-riche et permanente de pétrole ou naphte. Cette source est très-abondante, et malgré qu'on y ait puisé continuellement depuis sa découverte, elle se tient toujours au même niveau.

» Ce pétrole a toutes les qualités de ces espèces d'huile; il sert à l'illumination de la ville de Gênes. »

La volatilisation de cet asphalte et de ces huiles minérales suppose nécessairement deux choses.

a Il doit y avoir sous ces terrains de grands amas de matières végétales ou animales, qui puissent fournir ces substances. On en trouve à Amiano...

b Il doit y avoir une chaleur souterraine assez considérable pour volatiliser ces substances.

Cette chaleur paroît devoir provenir des *pyrites* qui se trouvent toujours au milieu de ces substances; elles se décomposent, s'enflamment...

Dans cette inflammation il y a une production considérable d'acide sulfurique, qui est le résultat de la combustion du soufre. Cet acide réagit sur la matière combustible, et principalement sur les huiles; il en change la nature et les minéralise.

Aussi la combustion des bitumes est toujours accompagnée d'odeur d'acide sulfureux.

La

La chaleur des volcans, soit soumarins, soit souterrains, doit aussi contribuer à la volatilisation de ces substances.

La fontaine d'huile de pétrole que Breislak décrit, auprès du Vésuve, est certainement formée par la chaleur de ce volcan.

Le pisaphalte volatilisé au Puy-de-Dôme, l'est certainement par la chaleur souterraine de ce volcan, qui ne fait plus d'explosion.

Il y a eu aussi des volcans auprès de la mer Morte, auprès de la mer Caspienne...

On trouve des asphaltes sur les côtes de Sicile, non loin des bases de l'Etna. « Une des particularités du golfe de Messine, dit Denon, *Voyage en Sicile*, page 5, c'est qu'à la rive la plus proche les cailloux s'enduisent d'un bitume qui les attache de la même manière que le sucre lie les amandes au caramel, à quoi cette substance ressemble assez. D'abord molle, elle se durcit à l'air. J'ai trouvé la même pétrification sur les côtes de la Sicile. »

Breislak dit que dans la baie de Naples, à une petite distance du Vésuve, il sort du milieu des eaux un jet d'huile minérale.

On observe sur les côtes d'Amapalla au Mexique, non loin du volcan de ce nom, le même phénomène. « A peu de distance » du village, dit Dampier, page 145, et dans la même baie, tout » au plus à cinq pas des bornes de la haute mer, on voit sortir » d'un petit trou une matière bitumineuse et bouillante que les » Espagnols appellent *algatrame*. Elle est de la liquidité du gou- » dron ; à force de bouillir elle prend la consistance de la poix ; » aussi sert-elle aux mêmes usages, et les Indiens la recueillent » soigneusement dans des cruches. Elle est plus bouillante dans » la plus grande hauteur de l'eau, et c'est alors que les Indiens » s'empressent de l'amasser. »

DE LA MINÉRALISATION DES SUBSTANCES BITUMINEUSES.

Le jayet, l'ampelite, le lithantrax ou charbon minéral, l'asphalte et le pétrole sont certainement des produits des végétaux, tourbes, bois fossiles, et des animaux enfouis à différentes profondeurs dans le sein de la terre, ainsi que nous l'avons vu. (Cependant quelques lithantrax pourroient provenir d'antracite.) Les principes qu'en retire l'analyse chimique, les huiles, les acides végétaux, la potasse, l'ammoniaque, le carbone... ne laissent aucun doute

à cet égard (1); on trouve même encore avec ces charbons des portions d'arbres entiers... des poissons, des coquilles...

Mais ces bois, ces tourbes, ces animaux ont subi de grandes altérations pour passer à l'état bitumineux. Il faut rechercher les causes de ces changemens.

Les chimistes ont multiplié les expériences pour découvrir ces causes.

J'ai mélangé de l'acide sulfurique avec de l'huile d'olive, celle-ci est devenue épaisse, noire, et a acquis quelques caractères de l'asphalte.

Hatchette (2) a trituré avec l'acide sulfurique différentes résines, différens baumes, de la cire, de l'huile d'olive... Toutes ces substances ont été converties en matière charbonneuse, comme on le savoit; mais il a observé quelques faits nouveaux.

Cent parties de la résine de mastic, traitées de cette manière avec l'acide sulfurique, lui ont fourni 66 parties de charbon.

Cent parties de la même substance, distillées à feu nu, dans des vaisseaux fermés, ne lui ont donné que $4+\frac{1}{4}$ parties de charbon.

Cent parties d'ambre, traitées de même par l'acide sulfurique, lui ont donné 56 parties de charbon.

La même quantité d'ambre, distillée, ne lui a donné que $3\frac{1}{2}$ parties de charbon.

Cent parties d'huile d'olive, traitées par l'acide sulfurique, lui ont donné 55 parties de charbon.

Distillées, elles lui en ont donné beaucoup moins...

Ces expériences prouvent donc que les substances huileuses, résineuses... traitées avec les acides, donnent des quantités de charbon beaucoup plus considérables que lorsqu'on les distille à feu nu dans des vaisseaux fermés.

Or les bitumes ou charbons de terre distillés à feu nu dans des vaisseaux fermés, donnent également des quantités très-considérables de carbone. Nous avons vu que cent parties de charbon de terre ont donné à Proust de 64 à 77 de carbone.

---

(1) Ce sont ces faits qui m'ont toujours fait classer ces bitumes avec les fossiles. Cette classification doit être généralement admise.

(2) *Transactions philosophiques de Londres*, année 1806.
Journal de Physique, tome LXIV, page 405.

Le jayet distillé a donné un volume de carbone quarante fois plus considérable que celui du jayet.

On ne trouve dans les cendres du charbon de terre aucune trace de potasse.

Les cendres du bois brûlé en contiennent, au contraire.

Ce n'est pas seulement, ajoute Hatchette, dans les proportions de carbone, qu'il existe une si grande différence entre le charbon obtenu des substances résineuses par le procédé humide (c'est-à-dire par l'acide sulfurique), et celui obtenu par le feu nu. Cette différence se trouve aussi communément dans la qualité.

Le charbon obtenu de plusieurs résines, du chêne, par le procédé humide (acide sulfurique), étoit brillant, dur, iridescent... Celui obtenu des mêmes substances par le feu, n'avoit pas les mêmes propriétés; le premier brûloit lentement, comme la plupart des charbons minéraux, tandis que l'autre au contraire se consumoit en un instant, comme les charbons de bois.

Hatchette chercha ensuite si les autres acides minéraux produiroient les mêmes effets que l'acide sulfurique. Il traita de la sciure de bois de chêne avec l'acide sulfurique et avec l'acide muriatique; il eut dans l'une et l'autre expérience une matière charbonneuse abondante; mais celle qu'il obtint par l'acide muriatique conserva quelques propriétés des charbons végétaux ordinaires, au lieu que celle qu'il obtint par l'acide sulfurique ressembloit plus aux charbons minéraux; elle brûloit comme eux, et ne laissoit également aucunes traces d'alcali, de potasse.

La couleur noire des matières bitumineuses paroît due, comme celle des bois fossiles, à cette réaction des acides.

Mais les tourbes n'ont pas toujours la couleur noire, ce qui prouve que la même réaction n'y a pas eu lieu.

Quant à l'odeur bitumineuse, Hall l'a obtenue de substances végétales et animales, qu'il avoit soumises à une forte *compression* (1).

« Je convertis, dit-il page 186, *par la compression*, la sciure de bois et la corne en une sorte de *houille* qui brûloit avec une flamme brillante.

» Le mélange des deux matières produisit une substance qui

(1) *Description* d'une suite d'expériences qui montrent comment la compression peut modifier l'action de la chaleur; par sir James Hall.

avoit exactement l'*odeur de la suie du goudron de la houille.*

» Je suis donc porté à croire que le règne animal a contribué, comme le végétal, à la formation des couches bitumineuses.»

. . . .

La réunion de tous les faits que nous venons de rapporter ne permet pas de douter que les substances bitumineuses ne soient le produit de matières végétales et animales altérées par l'action des acides, principalement le sulfurique, aidée par la *compression.*

L'acide phosphorique, ni l'acide muriatique ne paroissent pas y contribuer, ou au moins y contribuent peu, puisque dans les résidus de l'analyse de ces charbons, on ne trouve ni *muriates*, ni *phosphates.*

Mais les acides végétaux et animaux contenus dans les bois fossiles, dans les tourbes et dans les substances animales fossiles, ont pu également contribuer à la minéralisation de ces substances, et à leur conversion en bitumes.

Car nous avons vu que les ampelites, qui en brûlant donnent l'odeur bitumineuse, les tourbes et les bois fossiles, étant distillées, donnent une grande quantité d'*acide végétal*, de l'*ammoniaque* et une *huile figée.*

Le jayet donne à l'analyse les mêmes produits; néanmoins il a déjà perdu le tissu ligneux, et a pris la contexture résineuse du charbon; il donne en brûlant, l'odeur bitumineuse.

Toutes ces qualités de l'ampelite, du jayet, diffèrent de celles des bois fossiles peu altérés; elles paroissent dues à l'action de l'acide végétal sur la portion huileuse de ces substances. Cette altération de l'huile est prouvée parce que celle qu'on retire de ces substances est *figée*, et ces bois fossiles, ces ampelites, ces jayets ne paroissent pas avoir éprouvé aucune autre espèce d'altération.

D'ailleurs cet acide a disparu dans le charbon minéral, ainsi que la potasse; l'huile qu'on en retire est liquide et n'est pas figée.

Mais dans le lithantrax il y a une plus grande altération de matières végétales et animales; elle est due à l'acide sulfurique.

La compression contribue beaucoup à la conversion de ces substances fossiles en substances bitumineuses; c'est ce que prouvent les expériences de Hall. Cette compression est prouvée,

a Par la grande quantité de couches supérieures à ces bitumes.

b On aperçoit souvent que les troncs d'arbres enfouis dans les couches bitumineuses sont *aplatis*, et leur section transversale forme une ellipse.

c Cet aplatissement a été d'autant plus considérable, qu'il y a dû avoir un commencement de décomposition; mais les gaz n'ont pu se dégager, la compression les a retenus.

La conversion des substances végétales et animales fossiles en bitumes paroît donc due,

1° A la réaction des acides végétaux ou animaux sur les huiles de ces substances;

2° A l'action des acides minéraux, surtout du sulfurique, sur ces mêmes huiles;

3° A la compression qu'ont éprouvée ces substances, et qui n'a pas permis le dégagement des gaz qui y étoient contenus.

DE LA FORMATION ET DES DÉPÔTS DES COUCHES BITUMINEUSES.

Les substances végétales et animales fossiles, converties en substances bitumineuses par les causes que nous venons d'assigner, ont ensuite été déposées pour former les couches de houille ou charbon minéral.

Nous avons déjà dit que les couches bitumineuses ne peuvent avoir été formées directement par les bois fossiles, ou les tourbes; car ces bois fossiles sont déposés en *amas confus*, au lieu que les couches bitumineuses sont régulières, comme les couches calcaires, les couches gypseuses... et sont souvent très-minces.

Il faut donc nécessairement supposer que pour la formation de ces couches, les substances bitumineuses ont été dans un état de mollesse, ou même de fluidité, comme toutes les autres substances minérales qui sont déposées en couches régulières et suivant les lois des affinités.

Or nous ne pouvons concevoir cet état de mollesse ou de fluidité, qu'autant que ces substances bitumineuses étoient à l'état d'asphalte, ou d'huiles minérales.

Supposons effectivement que ces grandes quantités d'asphalte ou d'huiles minérales que nous avons vu s'élever du sein de la terre, en plusieurs endroits, sortent du fond d'un lac, ou d'un bras de mer, comme la fontaine de naphte qui se trouve dans la baie de Naples, la source de bakou, sur les bords de la mer

Caspienne...; elles nageront quelque temps sur la surface de l'eau; elles absorberont de l'oxigène, s'épaissiront de plus en plus, et enfin *se précipiteront au fond du lac.* Elles s'y déposeront en couches plus ou moins épaisses... Des parties terreuses, des oxides de fer s'y mélangeront, et il se formera une *couche bitumineuse*...

Des parties terreuses de différentes natures, soit schisteuses, soit calcaires, soit grézeuses... viendront se déposer sur celles-ci et former de nouvelles couches qui recouvriront la couche bitumineuse.

Une seconde *couche bitumineuse* se déposera sur celle-ci, comme la première.

Une seconde couche terreuse couvrira celle-ci.

. . . .

Et ainsi se déposeront alternativement, suivant les *lois des affinités*, ces couches de bitumes et de différentes terres. On connoît déjà dans la montagne de Saint-Gilles, proche Liége, soixante-une couches bitumineuses alternant avec diverses couches terreuses.

Ces formations sont analogues aux formations des autres couches minérales, *calcaires*, *gypseuses*, *schisteuses*... Les couches des terrains des environs de Paris, par exemple, se sont également opérées suivant les lois des affinités.

a Les couches supérieures grézeuses.
b Des couches schisteuses.
c Des couches gypseuses.
d Des couches calcaires, ou calcaréo-schisteuses.
e De nouvelles couches gypseuses....

. . . .

Les lois des affinités ont toujours présidé à la formation de ces couches; ce sont des faits *constans*, dont les causes néanmoins présentent encore quelques difficultés.

Ces couches schisteuses, grézeuses..., qui alternent avec les couches bitumineuses, n'ont pas toujours été tenues en dissolution dans les eaux, quoique ces dépôts se soient faits suivant *les lois des affinités;* elles n'étoient le plus souvent que suspendues dans la masse des eaux, comme paroissent l'avoir été, dans la formation des terrains des environs de Paris, les couches de grès, d'argile, de schistes....

Il est donc possible que quelques couches bitumineuses n'aient

été également que suspendues dans le sein des eaux ; telles sont celles des geantrax, ou terres bitumineuses.

Mais le plus grand nombre des couches bitumineuses paroît avoir été dans un véritable état de dissolution.

Cette théorie simple de la formation des couches bitumineuses, paroît satisfaire à tous les phénomènes qu'elles présentent, et leur formation a dû s'opérer comme celle des autres couches minérales, schisteuses, calcaires, gypseuses...

Mais où prendre, dira-t-on, cette quantité immense de matières végétales ou animales fossiles ?

Je réponds que cette difficulté est commune à tous les systèmes; mais on peut lui donner une réponse satisfaisante.

1°. Avant l'origine des sociétés humaines, la surface du globe étoit entièrement couverte de forêts ; des animaux innombrables y périssoient; les eaux entraînoient et leurs débris, et ceux des forêts, et elles en formoient des amas immenses.

2°. Ces tourbes, ces bois, ces animaux étoient convertis en asphaltes, en pétroles... par les causes que nous avons assignées.

3°. Enfin ces substances ont été postérieurement, ou tenues en suspension, ou en dissolution, dans le sein des mers et des lacs.

4°. Elles s'y déposoient ensuite, suivant les lois des affinités, par couches, comme toutes les autres substances minérales, les schistes, les grès, les calcaires, les craies, les gypses, les appatits....

Les difficultés sont les mêmes pour la formation de ces diverses couches minérales....

DE LA FORMATION DES COUCHES DE LA MONTAGNE DE SAINT-GILLES, PRÈS LIÉGE.

Nous retrouvons dans la montagne de *Saint-Gilles*, auprès de Liége, tous les phénomènes dont nous venons de parler ; elle renferme une des plus riches mines de charbon de terre, composée d'un grand nombre de couches qui alternent avec des couches d'autres substances. J'ai cru devoir faire graver, dans ma Théorie de la Terre, la planche qu'en a donné Genetté, avec les détails qui l'accompagnent (1). En voici l'énumération.

---

(1) Genetté.

1ere couche.

Du gazon à la première couche de charbon, 21 pieds (1).

Epaisseur de la veine ou couche de charbon, 15 pouces.

2e couche intermédiaire, 42 pieds.

Seconde veine, 1 pied 7 pouces,

Divisée en deux lits par une couche de houage (c'est-à-dire une terre meuble) d'un doigt d'épaisseur.

3e intermédiaire, 84 pieds.

Troisième veine divisée en deux, 4 pieds 3 pouces.

4e couche intermédiaire, 49 pieds.

Quatrième veine, 1 pied 7 pouces.

5e couche intermédiaire, 42 pieds.

Cinquième veine, 1 pied 3 pouces;

Elle est divisée en trois couches.

6e couche intermédiaire, 56 pieds.

Sixième veine, 7 pouces.

7e couche intermédiaire, 56 pieds.

Septième veine, 2 pieds 3 pouces.

8e couche intermédiaire, 21 pieds.

Huitième veine, 2 pieds 2 pouces;

Elle est divisée en trois couches.

9e couche intermédiaire, 28 pieds.

Neuvième veine, 1 pied 3 pouces;

Elle est divisée en trois couches.

10e couche intermédiaire, 35 pieds.

Dixième veine, 1 pied.

11e couche intermédiaire, 28 pieds.

Onzième veine, 3 pieds 3 pouces.

12e couche intermédiaire, 92 pieds.

Douzième veine, 1 pied 2 pouces.

13e couche intermédiaire, 21 pieds.

Treizième veine, 1 pied 7 pouces.

14e couche intermédiaire, 98 pieds.

Quatorzième veine, 4 pieds;

Elle est divisée en deux couches.

---

(1) Le pied liégeois est de 10 pouces, et la toise de 7 pieds.

15e

15e couche intermédiaire.
Quinzième veine, 3 pieds 3 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

16e couche intermédiaire, 36 pieds.
Seizième veine, 3 pieds;
Elle est divisée en trois couches.

17e couche intermédiaire, 42 pieds.
Dix-septième veine, 3 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

18e couche intermédiaire, 91 pieds.
Dix-huitième veine, 1 pied 3 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

19e couche intermédiaire, 87 pieds.
Dix-neuvième veine, 5 pieds 6 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

20e couche intermédiaire, 42 pieds.
Vingtième veine, 3 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

21e couche intermédiaire, 98 pieds.
Vingt-unième veine, 2 pieds 3 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

22e couche intermédiaire, 49 pieds.
Vingt-deuxième veine, 4 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

23e couche intermédiaire, 28 pieds.
Vingt-troisième veine, 1 pied 7 pouces;
Elle est divisée en trois couches.

24e couche intermédiaire, 42 pieds.
Vingt-quatrième veine, 1 pied 2 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

25e couche intermédiaire, 35 pieds.
Vingt-cinquième veine, 1 pied 2 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

26e couche intermédiaire, 84 pieds.
Vingt-sixième veine, 3 pieds 3 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

27e couche intermédiaire, 45 pieds.

Vingt-septième veine, 2 pieds 3 pouces.

28e couche intermédiaire, 42 pieds.
Vingt-huitième veine, 2 pieds 3 pouces.

29e couche intermédiaire, 98 pieds.
Vingt-neuvième veine, 3 pieds 7 pouces;
Elle est divisée en trois couches.

30e couche intermédiaire, 24 pieds.
Trentième veine, 3 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

31e couche intermédiaire, 49 pieds.
Trente-unième veine, 2 pieds 3 pouces;
Elle est divisée en trois couches.

32e couche intermédiaire, 94 pieds.
Trente-deuxième veine, 3 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

33e couche intermédiaire, 70 pieds.
Trente-troisième veine, 4 pieds 7 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

34e couche intermédiaire, 42 pieds.
Trente-quatrième veine, 1 pied 3 pouces.
Elle est divisée en trois couches.

35e couche intermédiaire, 70 pieds.
Trente-cinquième veine, 3 pieds 7 pouces.

36e couche intermédiaire, 91 pieds.
Trente-sixième veine, 3 pieds.

37e couche intermédiaire, 35 pieds.
Trente-septième veine, 2 pieds 7 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

38e couche intermédiaire, 28 pieds.
Trente-huitième veine, 1 pied;
Elle est divisée en deux couches.

39e couche intermédiaire, 14 pieds.
Trente-neuvième veine, 1 pied 5 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

40e couche intermédiaire, 42 pieds.
Quarantième veine, 7 pouces.

41e couche intermédiaire, 56 pieds.
Quarante-unième veine, 2 pieds 3 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

42e couche intermédiaire, 42 pieds.
Quarante-deuxième veine, 4 pieds 3 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

43e couche intermédiaire, 67 pieds.
Quarante-troisième veine, 1 pied 7 pouces.

44e couche intermédiaire, 67 pieds.
Quarante-quatrième veine, 3 pieds.

45e couche intermédiaire, 42 pieds.
Quarante-cinquième veine, 2 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

46e couche intermédiaire, 21 pieds.
Quarante-sixième veine, 4 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

47e couche intermédiaire, 105 pieds.
Quarante-septième veine, 2 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

48e couche intermédiaire, 70 pieds.
Quarante-huitième veine, 7 pouces.

49e couche intermédiaire, 7 pieds.
Quarante-neuvième veine, 1 pied 3 pouces.

50e couche intermédiaire, 70 pieds.
Cinquantième veine, 4 $\frac{1}{2}$ pouces.

51e couche intermédiaire, 7 pieds.
Cinquante-unième veine, 1 pied 3 pouces.

52e couche intermédiaire, 35 pieds.
Cinquante-deuxième veine, 3 pieds;

Elle est divisée en deux couches.

53e couche intermédiaire, 84 pieds.
Cinquante-troisième veine, 3 pieds;
Elle est divisée en deux couches.

54e couche intermédiaire, 70 pieds.
Cinquante-quatrième veine, 3 pieds 3 pouces.

55e couche intermédiaire, 56 pieds.
Cinquante-cinquième veine, 3 pieds 3 pouces.

56e couche intermédiaire, 84 pieds.
Cinquante-sixième veine, 1 pied 7 pouces.

57e couche intermédiaire, 420 pieds.
Cinquante-septième veine, 2 pieds 7 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

58e couche intermédiaire, 105 pieds.
Cinquante-huitième veine, 1 pied.

59e couche intermédiaire, 126 pieds.
Cinquante-neuvième veine, 3 pieds 3 pouces;
Elle est divisée en deux couches.

60e couche intermédiaire, 154 pieds.
Soixantième veine, 1 pied 2 pouces.

61e couche intermédiaire, 126 pieds.
Soixante-unième veine, 3 pieds 8 pouces.
Elle est divisée en deux couches.

Toutes ces couches intermédiaires qui existent entre les veines de charbon, sont de pierres calcaires ou argileuses...

On retrouve souvent les mêmes pierres dans l'épaisseur de la veine.

Quelquefois cette veine est séparée en deux ou trois couches par le *houage*, ou argile noirâtre, *geantrax*, ou espèce d'ampelite.

Il est très-vraisemblable, ajoute Genetté, qu'on n'est pas encore parvenu à la dernière veine de charbon, et qu'en creusant encore davantage, on en trouveroit d'autres.

Des failles coupent ces couches.

La composition de cette riche mine de houille confirme tout ce que nous venons de dire sur la formation des bitumes.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE. Maximum.		Minimum.		A Midi.	BAROMÈTRE MÉTRIQUE. Maximum.		Minimum.		A midi.	THERM. INT. A MIDI.
	heures.	°	heures.	°		heures.	mill.	heures.	mill.	mill.	°
1	à midi	+ 3 12	à 9 ½ s.	— 0,00	+ 3,12	à 9 ½ s.	761,00	à 7 ¼ m.	753,00	756,60	4,3
2	à midi	+ 3 00	à 7 ¼ m.	— 0,50	+ 3,00	à 7 ¼ m.	761,30	à 3 s.	757,12	758,48	3,0
3	à 3 s.	+ 2,60	à 7 ¼ m.	— 0,75	+ 2,25	à 9 ½ m.	750,42	à 10 s.	758,42	759,92	4,9
4	à 7 $\frac{7}{4}$ m.	— 1 6	à 6 s.	— 4 50	— 3,12	à 11 ¾ s.	763,50	à 7 ¼ s.	758,24	760,30	1,6
5	à 10 s.	— 0 00	à 7 ¼ m.	— 5,75	— 2,25	à 10 ½ m.	766,00	à 10 s.	762,62	765,84	3,7
6	à 6 s.	+ 6,25	à 7 ¼ m.	+ 1 50	+ 3,50	à 7 ¼ m.	759,86	à 6 s.	752,88	756,74	2,7
7	à midi	+ 7,00	à 8 ½ m.	+ 2,25	+ 7,00	à 6 ½ s.	755,00	à 7 ¼ m.	753,80	754,88	4,4
8	à 3 s.	+ 9,75	à 7 ¾ m.	+ 4,00	+ 9,12	à 7 ¾ m.	754,40	à 10 s.	750,50	751,44	4,9
9	à midi	+ 9 1_	à 7 m.	+ 5,75	+ 9,12	à 10 s.	758,88	à 7 m.	754,80	756,70	5,5
10	à midi	+ 11,50	à 10 ¼ s.	+ 5,00	+ 11,50	à 6 s.	763,70	à 7 m.	761,90	762,80	7,0
11	à 3 s.	+ 9 40	à 7 m.	+ 0,75	+ 8,62	à 10 ½ m.	763,60	à 9 s.	760,60	763,40	7,3
12	à 3 s.	+ 10.50	à 7 m.	+ 0,25	+ 9,50	à 7 m.	760,92	à 9 ¼ s.	759,40	760,28	7,5
13	à midi	+ 6,25	à 10 s.	+ 1,00	+ 6,25	à 10 ½ m.	759,70	à 10 s.	757,78	759,10	7,5
14	à 3 s.	+ 3,62	à 7 m.	— 0,50	+ 2,50	à 11 m.	758 34	à 7 m.	757,54	757,88	5,2
15	à 3 s.	+ 6 40	à 7 m.	— 1.25	+ 3,75	à 10 ½ m.	759,72	à 3 s.	758,70	759.44	5,5
16	à 3 s.	+ 2,90	à 7 m.	— 3,25	+ 1,00	à 9 ¼ s.	762,72	à 7 m.	758,88	760,28	4,6
17	à midi	— 0 25	à 9 m.	— 2,00	— 0,25	à 9 s.	768,90	à 7 m.	765,70	767,20	2,9
18	à 3 s.	— 0 75	à 7 m.	— 6,75	— 2,50	à 8 ½ s.	769,34	à 10 ¼ s.	765,80	768,72	2,6
19	à 3 s.	+ 2,25	à 7 m.	— 0,00	+ 1,90	à 9 ¾ s.	764,70	à 7 m.	762,00	762,86	5,4
20	à 3 s.	— 3 25	à 6 ¾ m.	— 7,00	— 4,50	à 10 ½ m.	768,58	à 6 ¾ m.	766,98	768,48	1,9
21	à 3 ¾ s.	— 2,25	à 6 ¾ m.	— 9,75	— 4,00	à 10 m.	767,94	à 10 s.	766,26	767,40	1,8
22	à ½ s.	— 0,75	à 6 ¾ m.	— 7,90	— 2,25	à 10 ½ m.	766,78	à 10 ¼ s.	764,90	766,54	2,2
23	à 3 s.	— 3,50	à 6 ¾ m.	+ 7,75	— 4,38	à 10 ½ m.	765,00	à 10 ½ s.	763,40	764,46	1,5
24	à 3 s.	— 3 50	à 6 ½ m.	— 12,50	— 4,40	à 9 ½ s.	763,70	à 5 s.	763,10	763,36	1,0
25	à 3 s.	— 0,75	à 6 ½ m.	— 10,50	— 1,50	à 10 m.	765,00	à 10 s.	762.90	764,84	1,5
26	à 3 s.	+ 1,75	à 6 ½ m.	— 8,75	— 0,00	à 6 ½ m.	759,72	à 6 ½ s.	757,16	758,52	1,6
27	à 3 s.	+ 2,60	à 6 ½ m.	— 5 75	+ 1,50	à 10 ¼ m.	760,50	à 6 ½ m.	759,36	760,08	1,3
28	à 3 s.	+ 4,50	à 6 ½ m.	— 6,62	— 3,90	à 8 ¼ m.	758,12	à 10 s.	752,22	756,68	3,2
Moyennes.		+ 3,07		— 2,91	+ 1,97		762,26		7,595c	761,19	3,9

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure.....	769,34	le 18
Moindre élévation du mercure.........	750,50	le 8
Plus grand degré de chaleur.........	+ 11, 5	le 10
Moindre degré de chaleur...........	— 12, 5	le 24

Nombre de jours beaux.......	19
de couverts...........	9
de pluie...............	5
de vent...............	28
de gelée..............	22
de tonnerre...........	0
de brouillard..........	28
de neige...............	3
de grêle..............	1

Nota. Nous continuerons cette année à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

FÉVRIER. 1814.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	85	O.		Neige, brouillard.	Très-nuageux.	Couvert.
2	90	O-S-O.	Lune périgée.	Neige.	*Pluie* et neige.	Très-nuageux.
3	89	N-O.		Nuageux, brouillard.	Nuageux.	*Idem.*
4	87	N-E.	P. L. à 6h 55's.	Couvert, brouillard.	Couvert.	Couvert.
5	75	*Idem.*		*Idem.*	Nuageux.	*Idem.*
6	96	S-O.		*Idem.*	*Pluie.*	Très-nuageux.
7	94	O.		*Pluie*, grésil.	*Pluie* et grésil.	Couvert.
8	96	*Idem.*		Couvert, brouillard.	*Pluie.*	*Idem.*
9	92	O.-N-O.		*Pluie*, brouillard.	Très-nuageux.	*Pluie.*
10	94	O.		Couvert, brouillard.	*Idem.*	Beau ciel.
11	88	S-E.		Vapeurs, gelée bl.	Beau ciel.	*Idem.*
12	94	S-O.	D. Q. à 2h 46'm.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
13	89	S.		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
14	86	S-E.	Lune apogée.	Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.	Couv., par interv.
15	80	N-E.		Beau ciel, brouillard.	Beau ciel, brouillard.	Beau ciel.
16	72	*Idem.*		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
17	67	N-N-E.		Couvert.	Couvert.	Nuageux.
18	69	N-E.		Superbe, brouillard.	Beau ciel.	Beau ciel.
19	94	*Idem.*		Neige, brouillard.	Couvert.	*Idem.*
20	69	N-N-E.	N. L. à 10h 21'm	Superbe, léger brouil.	Superbe.	*Idem.*
21	68	N.		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
22	65	N-E.		*Idem.*	*Idem.*	Couvert.
23	59	*Idem.*		*Idem.*	*Idem.*	Beau ciel.
24	60	*Idem.*		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
25	70	E.		Beau ciel, brouillard.	Beau ciel, brouillard.	*Idem.*
26	69	*Idem.*		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
27	72	N-E.	P. Q. à 10h 36'm	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
28	80	E.		Légères vapeurs, bro.	*Idem.*	*Idem.*
Moy.	80					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du
- N. 3
- N-E. 10
- E. 3
- S-E. 2
- S. 1
- S-O. 2
- O. 6
- N.-O. 1

Therm. des caves { le 1er 12°,091 ; le 16 12°,096 }

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 14mm50 = 6 lig. 4 dixièmes.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris et par exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

PRÉCIS D'UN SECOND MÉMOIRE SUR LES SYNANTHÉRÉES, CONTENANT L'ANALYSE DES ÉTAMINES;

PAR HENRI CASSINI,
JUGE AU TRIBUNAL DE LA SEINE.

J'AI eu l'honneur de lire à la première Classe de l'Institut, le 6 avril 1812, un Mémoire sur les Synanthérées, contenant l'analyse du style et du stigmate de ces végétaux (1). L'indulgence avec laquelle cette Compagnie savante a daigné juger ce premier essai, m'encourage à lui soumettre aujourd'hui (2) un second Mémoire qui contient l'analyse des étamines des synanthérées.

Ce Mémoire est très-long, parce qu'il est plein de détails minutieux, inévitables suivant la méthode d'analyse que je me suis prescrite ; c'est pourquoi je vais me borner à donner un précis de ce Mémoire.

§ I.

Des caractères généraux des étamines des Synanthérées.

J'ai observé les étamines des synanthérées dans 534 espèces, appartenant à 141 genres. Mon Mémoire en contient la liste.

(1) Ce premier Mémoire a été publié dans le *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, tome LXXVI, Février, Mars, Avril 1813.

(2) Ce second Mémoire a été lu à la première Classe de l'Institut, le 12 Juillet 1813. Depuis cette époque, j'ai terminé l'Analyse de la Corolle.

Je

Je considère dans une étamine de synanthérée, trois parties principales : le *pédicule*, l'*article anthérifère* et l'*anthère*.

Le *pédicule* est un filet laminé, articulé par sa base sur l'ovaire; sa partie inférieure est presque toujours greffée au tube de la corolle ; son axe est occupé par un vaisseau, qui se prolonge dans l'article anthérifère et dans le connectif.

L'*article anthérifère* est ordinairement de même forme que le pédicule, mais beaucoup plus court, et de substance différente. Sa base est articulée sur le sommet du pédicule (1).

Je distingue dans l'*anthère* un *connectif*, deux *loges*, quatre *valves*, dont deux *antérieures* et deux *postérieures*, le *pollen*, un *appendice terminal*, deux *appendices basilaires*.

Le *connectif* est un filet cylindracé *parfaitement continu* à l'article anthérifère ; il a quatre faces limitées par quatre arêtes; la face postérieure est très-convexe et très-large, tandis que la face antérieure est presque nulle (2).

Les deux *loges* sont deux cavités cylindracées. Chaque loge est formée par l'une des deux faces latérales du connectif, et par deux valves, l'une antérieure, l'autre postérieure. Il est à remarquer que les loges se trouvent nécessairement situées en avant de l'axe du connectif.

Les quatre *valves* sont des membranes semi-tubulées, continues par un bord aux arêtes du connectif, et articulées entre elles deux à deux par l'autre bord ; l'articulation forme une *suture* très-soluble; les valves *antérieures* sont beaucoup plus étroites que les valves *postérieures*, et elles sont fortement élastiques suivant leur largeur.

Le *pollen* remplit les loges; il est composé de globules demi-transparens, jaunes, blancs ou gris, dont la forme s'altère ordinairement un peu par le contact de l'air. Je suis très-fondé à croire que chaque globule est une masse cellulaire, et que le sperme aériforme logé dans les cellules, s'en échappe par transpiration ou exhalation.

L'*appendice terminal* appartient au connectif, qui, pour le former, se prolonge et s'élargit au-dessus des loges, en une lame ordinairement demi-lancéolée.

---

(1) Voyez la note première à la suite de ce *Précis*.

(2) La face *antérieure* est celle qui regarde le style ; la face *postérieure* est celle qui regarde la corolle.

Les deux *appendices basilaires* n'existent pas toujours : chacun d'eux est le prolongement inférieur d'une loge ou de ses valves, au-delà de la base du connectif ; leur figure est le plus souvent obconique ou subulée. Quand ils se joignent, ils couvrent la face *antérieure* de l'article anthérifère.

Chaque fleur, hermaphrodite ou mâle, contient ordinairement cinq étamines, lesquelles sont insérées sur le même cercle que la corolle, espacées entre elles, correspondant aux cinq nervures de la corolle, et par conséquent alternes avec ses lobes.

Les anthères sont presque toujours entregreffées latéralement, de manière à former un tube. Cette sorte de greffe s'opère au moyen d'un gluten interposé, et elle a lieu sur la face externe des valves postérieures, près de leurs bords.

Le style traversant de bas en haut le tube des anthères, les *poils-balayeurs* dont il est hérissé agissent sur les valves antérieures qui se détachent vivement des valves postérieures par l'effet de leur propre élasticité, de la solubilité de la suture et de l'action des poils-balayeurs, et se réduisent chacune à une bande très-étroite accolée à un côté du connectif. Il en résulte que le pollen des cinq anthères forme une couche dont la surface extérieure demeure couverte par les valves postérieures, mais dont la surface intérieure est mise en contact immédiat avec le style.

Je conjecture que les appendices basilaires servent à favoriser la déhiscence des anthères, par le mouvement que le style peut leur imprimer, et qu'ils doivent communiquer aux valves antérieures.

L'appendice terminal sert à abriter le style et l'intérieur du tube anthéral, durant la préfleuraison : pour cela, les cinq appendices terminaux se rapprochant immédiatement par leurs bords, forment un toit conique ou pyramidal.

L'usage des autres parties de l'anthère et celui du pédicule qui la soutient et l'élève à la hauteur convenable, n'ont pas besoin d'être expliqués.

Quant à l'article anthérifère, il est vraisemblablement destiné à faire subir une élaboration particulière aux sucs qui le traversent.

J'ai supposé que le pédicule naît sur l'ovaire, et que sa partie inférieure est unie à la corolle. Beaucoup de botanistes trouveront plus convenable de faire naître le pédicule à l'endroit où il se sépare de la corolle. J'expose dans mon Mémoire les

argumens d'après lesquels je crois mon opinion solidement fondée (1).

On y trouvera aussi les preuves les plus convaincantes de la réalité de l'articulation qui distingue du pédicule l'article anthérifère. Cette articulation consiste en un changement *subit* de tissus, celui de l'article étant composé de petites cellules non alongées, tandis que celui du pédicule est composé de grandes cellules alongées.

Chacune des deux loges de l'étamine des synanthérées est-elle divisée en deux *logettes* par une cloison? J'ai fait de vains efforts pour m'en assurer directement; mais j'ai observé les étamines de quelques plantes appartenant aux *campanulacées*, *lobéliacées*, *dipsacées*, *valérianées*, *rubiacées*, c'est-à-dire aux divers ordres qui ont le plus de rapports avec la classe des synanthérées, et j'ai reconnu dans toutes que chaque loge étoit originairement divisée en deux logettes par une cloison. Il est donc infiniment probable, par analogie, que la même chose a lieu dans les synanthérées.

Mes observations sur les étamines des *campanulacées*, *lobéliacées*, *dipsacées*, *valérianées*, *rubiacées*, ont eu aussi pour but de connoître les ressemblances et les différences qui peuvent exister entre les étamines des synanthérées et celles des ordres voisins.

Il résulte de ces observations, détaillées dans mon Mémoire, que la réunion de tous les caractères généraux des étamines des synanthérées constitue une structure qui paroît être exclusivement propre à cette classe, et qui peut servir à la distinguer des ordres voisins.

§ II.

Des Étamines des Lactucées.

J'ai observé les étamines des lactucées, dans plus de cent espèces appartenant à tous les genres de cet ordre.

Voici les caractères *ordinaires* des étamines des lactucées.

Pédicules inégalement espacés. Partie inférieure, plus longue, greffée jusqu'au sommet du tube de la corolle. Partie supérieure, plus courte, libre, peu laminée, glabre, jaune opaque.

Article anthérifère conforme au pédicule (2), blanc, demi-transparent.

---

(1) Voyez la note deuxième à la suite de ce *Précis*.

(2) C'est-à-dire, de même forme, de même largeur et de même épaisseur que le pédicule.

Anthère longue, étroite, colorée comme la corolle. *Connectif* grêle.

Appendice terminal large comme l'anthère, plus long que large; linéaire, terminé en demi-cercle; membraneux, destitué de nervure médiaire. Les cinq appendices terminaux libres, quoiqu'immédiatement contigus.

Appendices basilaires (très-variables) longs au moins comme l'article anthérifère, linéaires, irrégulièrement denticulés au bout, membraneux, non pollinifères; contigus par le côté intérieur, entregreffés par le côté extérieur (1).

Pollen jaune, sphérique, mamelonné, conservant sa forme sans altération. Chaque globule semble composé de l'agrégation de plusieurs globules beaucoup plus petits.

Les caractères *ordinaires* que je viens de tracer sont sujets à de certaines variations, que je décris dans mon Mémoire, sous le titre de *caractères insolites* : on y trouvera aussi des particularités, des développemens, des remarques qui ne peuvent trouver place dans ce Précis.

Je me bornerai ici à faire remarquer que le pollen est peut-être, de toutes les parties de l'étamine des lactucées, celle qui porte le caractère le plus constant et le plus distinctif.

§ III.

Des Étamines des Carduacées.

J'ai observé les étamines des carduacées, dans près de cent espèces appartenant à la plupart des genres de cet ordre.

Voici leurs caractères *ordinaires*.

Pédicules également espacés. Partie inférieure, plus longue, greffée jusqu'au sommet du tube de la corolle. Partie supérieure, plus courte, libre, large, épaisse, blanche, arquée en dedans, hérissée de poils.

Article anthérifère blanc, demi-transparent; très-glabre; un peu plus mince et plus étroit dès la base que le pédicule, et en outre s'amincissant et s'étrécissant un peu de la base au sommet.

---

(1) J'appelle côté *intérieur* d'un appendice basilaire, celui qui correspond à l'article anthérifère; et côté *extérieur*, celui qui correspond à l'anthère voisine

Anthère longue, étroite, colorée à peu près comme la corolle. *Connectif* à face postérieure très large, s'élargissant aux dépens des valves dans le haut, occupant au sommet toute la largeur de l'anthère.

Appendice terminal long; large en bas, comme l'anthère; linéaire inférieurement, demi-lancéolé supérieurement; de substance ferme, sèche, vivement colorée, destituée de nervure médiaire. Les cinq appendices terminaux entregreffés en leur partie linéaire, contigus en leur partie demi-lancéolée.

Appendices basilaires (très-variables) plus longs que l'article anthérifère; cylindracés et pollinifères supérieurement, laminés et subulés inférieurement; bordés sur le côté intérieur, d'une membrane charnue qui se prolonge inférieurement en une frange mince irrégulière. Les deux appendices d'une même anthère sont entregreffés en leur partie supérieure par leurs bordures membraneuses; libres et divergens en leur partie inférieure; et ils sont greffés d'un bout à l'autre avec les appendices des anthères voisines.

Pollen blanc, ovale, à surface granulée. Sa forme s'altère après l'émission.

Les caractères *insolites* que je décris dans mon Mémoire, offrent de l'intérêt, et donnent lieu à des remarques importantes: les bornes de ce Précis ne me permettent pas d'y mentionner toutes ces remarques; mais il en est une que je ne puis passer sous silence.

L'ordre des carduacées, considéré sous le rapport des étamines, paroît devoir être divisé en trois sections : 1° celle des *chardons*, dans laquelle les pédicules sont greffés avec la corolle jusqu'au sommet du tube de celle-ci; 2° celle des *echinops*, dans laquelle les pédicules sont greffés jusqu'à la base des incisions du limbe; 3° celle des *xéranthêmes*, dans laquelle les pédicules sont entièrement libres.

La première section, celle des *chardons*, qui est la plus nombreuse, pourra être subdivisée en deux tribus, dont la première comprendroit les pédicules hérissés, et la deuxième les pédicules glabres.

§ IV.

Des Étamines des Astérées.

J'ai observé les étamines des astérées, dans plus de trois cents espèces appartenant à une centaine de genres différens.

Il est impossible de leur assigner des caractères généraux et distinctifs, parce que les étamines des astérées n'ont de commun entre elles que les caractères qui appartiennent à toute la classe.

Mais la plupart des sections que j'ai établies dans mon premier Mémoire, d'après les diverses modifications du style et du stigmate, peuvent, jusqu'à un certain point, être également caractérisées par celles des étamines.

PREMIÈRE SECTION.

Les Vernonies.

Les étamines de cette section ont *ordinairement* une évidente analogie avec celles des carduacées ; tandis que le style et le stigmate ressemblent absolument à ceux des lactucées. Il semble donc que l'on pourroit caractériser la section des vernonies, en disant qu'elle a le style et le stigmate des lactucées et les étamines des carduacées.

DEUXIÈME SECTION.

Les Hélianthes.

Caractères ordinaires (1).

Pédicules peu espacés. Partie inférieure, plus courte, greffée jusqu'au sommet du tube de la corolle. Partie supérieure, plus longue, large, épaisse, un peu canaliculée, jaune, se flétrissant aussitôt après la fécondation.

Article anthérifère de longueur moyenne, à peu près conforme au pédicule, mais un peu plus étroit dès la base, et s'étrécissant un peu de bas en haut ; de couleur blanche ; ne se flétrissant point aussitôt que le pédicule.

Anthère noirâtre ou brune. *Loges* larges et épaisses. *Valves* non transparentes.

Appendice terminal libre, subcordiforme, épais, cartilagineux, muni dans le bas d'une côte médiaire ; réfléchissant en dehors ses deux côtés.

Appendices basilaires longs comme l'article anthérifère, ob-

---

(1) Mon Mémoire contient, sur chaque ordre et sur chaque section, cinq articles intitulés : 1. *Liste des plantes observées*, 2. *Caractères ordinaires*, 3. *Caractères insolites*, 4. *Remarques*, 5. *Résultats*. Le deuxième article, celui des *Caractères ordinaires*, est le seul qui puisse trouver place dans ce *Précis*.

coniques, pollinifères, libres et divergens par le côté intérieur, entregreffés par le côté extérieur.

Pollen gros, sphérique, échinulé, jaune; devenant un peu ovale.

TROISIÈME SECTION.

Les Eupatoires.

La couleur blanche du pollen, et l'absence plus ou moins absolue des appendices basilaires, semblent être les seuls caractères généraux des étamines de cette section.

Le *Piqueria trinervia* offre une anomalie unique dans la classe, en ce que l'étamine est absolument privée d'appendice terminal.

QUATRIÈME SECTION.

Les Solidages.

Caractères ordinaires.

Pédicules inégalement espacés. Partie inférieure greffée jusqu'au sommet du tube de la corolle. Partie supérieure cylindracée, peu laminée, s'étrécissant un peu de bas en haut, de couleur blanche ou blanchâtre; le haut est un peu arqué en dedans, et le bas un peu fléchi en zigzag sur les côtés.

Article anthérifère un peu long, à peu près conforme au pédicule, de couleur jaune ou orangé, très-légérement arqué en dehors. L'articulation très-prononcée.

Anthère jaune. *Loges* terminées au sommet et à la base en cul-de-sac arrondi.

Appendice terminal libre, membraneux, plus étroit à la base que l'anthère, un peu long, à peu près demi-lancéolé ou subligulé, obtus au sommet, un peu sinué ou comme denticulé sur les bords latéraux.

Appendices basilaires nuls.

Pollen jaune, petit, à peu près sphérique, légérement poncticulé.

CINQUIÈME SECTION.

Les Inules.

Caractères ordinaires.

Pédicules greffés à la partie inférieure seulement du tube de

la corolle. La partie libre, plus longue, cylindracée, peu laminée, de couleur jaune ou blanche.

Article anthérifère long, absolument conforme au pédicule, parfaitement droit, un peu aminci de bas en haut, de couleur blanche.

Appendice terminal membraneux, ayant sa base ou même sa partie inférieure aussi large que l'anthère, s'étrécissant ensuite insensiblement de bas en haut; terminé au sommet par une sorte de troncature arrondie. Très-souvent les cinq appendices s'entregreffent un peu dans le bas, par l'effet de leur contiguité immédiate en cette partie.

Appendices basilaires très-longs, membraneux, incolores, non pollinifères, subulés, comme plumeux, libres des deux côtés.

Pollen jaune, petit, à peu près sphérique, poncticulé.

SIXIÈME SECTION.

Les Chrysanthêmes.

Je divise cette section en deux tribus : la première est celle des *chrysanthêmes ;* la deuxième est celle des *séneçons*.

Caractères ordinaires.

Pédicules greffés à la partie inférieure seulement du tube de la corolle, dans la première tribu; greffés jusqu'au sommet du tube de la corolle, dans la deuxième tribu.

Article anthérifère blanc, strié longitudinalement; ayant sa partie inférieure arrondie, élargie sur les deux côtés et épaissie sur la face antérieure.

Anthères courtes, foiblement entregreffées. *Loges* amincies en pointe à la base.

Appendice terminal ligulé, charnu.

Appendices basilaires tantôt absolument nuls; tantôt très-petits, pointus, libres, charnus, non pollinifères, point constans, variables dans la même espèce.

Pollen jaune, petit, sphérique ou ovale, poncticulé ou échinulé.

SEPTIÈME SECTION.

Les Tussilages.

Les étamines des tussilages que j'ai observés sont très-analogues à la plupart de celles de la section des solidages; elles en diffèrent

différent seulement par l'existence de petits appendices basilaires en forme d'oreillettes, et par l'articulation, qui n'est point ou presque point perceptible aux sens.

HUITIÈME SECTION.

Les Arctotides.

Les *pédicules* sont souvent papillés. L'*anthère* est noire en tout ou partie. Les *appendices terminaux* sont semi-orbiculaires, imbriqués latéralement durant la préfleuraison. Les *appendices basilaires* sont pollinifères, entregreffés des deux côtés.

Tels sont les caractères ordinaires les plus remarquables des étamines de cette section.

NEUVIÈME SECTION.

Les Hétérandres.

Je compose cette dernière section de toutes les astérées que je n'ai pu classer, d'après leurs étamines, dans aucune des sections précédentes.

Mon Mémoire contient l'énumération de ces plantes, la description des étamines de chacune d'elles, et les remarques auxquelles ces descriptions donnent lieu. Mais je dois me borner ici à dire quelques mots sur les *Calendula*, et sur les *Xanthium*, *Ambrosia*, *Iva*, *Gymnostyles*.

Dans mon premier Mémoire, j'avois rapporté les *Calendula* à la section des solidages, parce que leur style et leur stigmate me sembloient avoir quelqu'analogie avec ceux de cette section; mais j'avois témoigné des doutes à cet égard.

La considération des étamines me démontre maintenant que les *Calendula* ne peuvent appartenir à la section des solidages, mais qu'ils sont très-voisins de celle des hélianthes, ou que peut-être même ils appartiennent à cette section.

En tout cas, les *Osteospermum* devront accompagner les *Calendula*.

Les *Xanthium*, *Ambrosia*, *Iva*, *Gymnostyles* (1), ont beau-

(1) Depuis la rédaction de ce Mémoire, l'analyse de la corolle m'a démontré que le *Gymnostyles* appartient à la tribu des chrysanthêmes, et non point aux ambrosiacées.

coup d'affinité entre eux, et ils diffèrent beaucoup de toutes les autres astérées. Je crois donc que ces quatre genres et leurs analogues doivent constituer un groupe particulier que je nomme les *ambrosiacées*. Les rapports évidens de ce groupe avec la tribu des chrysanthèmes, et surtout avec le genre *artemisia*, qui en fait partie, me persuadent que les ambrosiacées appartiennent à l'ordre des astérées, et qu'ils ne sont qu'un sous-ordre ou une section de cet ordre. La section des ambrosiacées confine, d'une part, aux *artemisia*, et de l'autre (peut-être) aux tussilages, avec lesquels le *gymnostyles* a de l'affinité par son stigmate (1).

§ V.

Résultats (2) *généraux et principaux de l'analyse des Étamines des Synanthérées.*

I. Le premier résultat de cette analyse est la connoissance exacte et complète de la conformation généralement propre aux étamines des synanthérées. Cette connoissance n'est point dépourvue d'importance et d'intérêt; elle nous apprend que les pédicules des étamines, qui semblent naître sur la corolle même, naissent réellement sur le support de la corolle; que la connexion des anthères s'opère par un gluten interposé, et que cette agglutination se convertit souvent en une véritable greffe; que l'agglutination, ou par suite la continuité vasculaire, a lieu fréquemment et facilement entre les organes immédiatement contigus; que chaque globule pollinique est une masse cellulaire, et que le sperme logé dans les cellules du globule s'en échappe par transpiration ou exhalation. Tous ces faits peuvent trouver leur application ailleurs que chez les synanthérées. L'article anthérifère paroît appartenir exclusivement à cette classe de végétaux; cet organe, destiné sans doute à faire subir une élaboration particulière aux sucs qui le traversent, est très-distinct, très-remarquable, quoique les botanistes ne semblent pas l'avoir aperçu.

---

(1) Voyez la note précédente.

(2) Plusieurs de ces résultats sembleroient avoir été calqués sur la nouvelle Théorie que vient de publier M. Decandolle, si je laissois ignorer que mon Mémoire étoit rédigé long-temps avant que ce profond Botaniste publiât sa Théorie, que je me félicite d'avoir pressentie et adoptée d'avance. J'avois déjà consigné dans mon premier Mémoire, mes idées sur la greffe naturelle, habituelle, originelle des organes immédiatement contigus.

Il manque à mon analyse l'observation directe de la division des loges en logettes; mais l'analogie fournit, pour y suppléer, un argument très-probable.

II. Les étamines des synanthérées sont très-différentes de celles des ordres voisins; cet organe est donc propre à caractériser la classe des synanthérées; mais le principal caractère classique qu'il fournit ne consiste point, comme on l'a cru jusqu'ici, dans la connexion des anthères, il consiste dans l'existence d'un article anthérifère (1).

III. Si nous voulons évaluer comparativement les diverses parties de l'étamine, sous le rapport des caractères qu'elles fournissent, nous reconnoîtrons, 1° que telle partie de l'étamine qui prévaut sur telle autre, dans un certain ordre ou une certaine section, lui est au contraire inférieure dans un autre ordre ou une autre section; 2° qu'une partie peut être supérieure à une autre pour caractériser les sections, et cependant lui être inférieure pour caractériser les genres. Il est donc impossible de poser des règles générales et d'établir une échelle de valeurs applicable à tous les cas. J'observe seulement que, presque toujours, le pédicule donne, par la position du point de libération (2), un caractère de première valeur, et que l'appendice terminal donne de bons caractères génériques, sous-génériques ou spécifiques.

IV. Maintenant, si nous comparons ensemble les caractères des étamines et ceux du style et du stigmate, pour établir leurs valeurs relatives, nous reconnoissons, 1° que le style et le stigmate ne paroissent pas capables de fournir aux synanthérées un caractère classique, tandis que les étamines en fournissent plusieurs; 2° qu'en général le style et le stigmate caractérisent, mieux que les étamines, les ordres et les sections; 3° que les étamines prévalent sur le style et le stigmate, pour caractériser les tribus et les genres. Il en résulte que les deux organes dont il s'agit prévalent alternativement l'un sur l'autre.

V. En général, et sauf exceptions, il y a une concordance manifeste entre les caractères des étamines et ceux du style et du

---

(1) C'est pourquoi il conviendroit peut-être de donner à la classe de végétaux dont il s'agit, le nom d'*Androtomes (Androtomæ)*, c'est-à-dire, plantes à *étamines* qui semblent *coupées* transversalement vers le milieu par une articulation ou changement subit de substance.

(2) Le point de libération est celui où le pédicule se sépare de la corolle, en cessant d'être greffé avec elle.

stigmate, ensorte que la classification établie dans mon premier Mémoire, par les caractères du style et du stigmate, se trouve presqu'entièrement confirmée dans celui-ci, par les caractères des étamines. Cette concordance a lieu, tant pour la division de la classe en ordres et en sections, que pour la composition de ces groupes et leur coordination.

VI. Il faut pourtant convenir que cette concordance ordinaire est souvent troublée par quelques discordances plus ou moins graves. Ainsi les caractères des étamines replacent les carduacées au milieu de la série des trois ordres, tandis que les caractères du style et du stigmate les avoient rejetées à la fin. Le style et le stigmate rapprochent les *Stevia* des *Eupatorium ;* le *Gorteria* de l'*Arctotis :* les étamines troublent ces rapprochemens naturels. Le style et le stigmate sembloient indiquer de l'affinité entre les *Calendula* et la section des solidages; les étamines prouvent que les *Calendula* n'ont d'affinité réelle qu'avec la section des hélianthes. Quelques astérées ont le style et le stigmate de la section des chrysanthêmes, et les étamines de la section des hélianthes; tandis que quelques autres ont le style et le stigmate de la section des hélianthes, et les étamines de la section des chrysanthêmes. Le *Lagasca mollis* a le style et le stigmate de la section des vernonies, et les étamines de la section des hélianthes. Enfin la section des tussilages, si bien distincte de toute autre par le style et le stigmate, se confond avec plusieurs par les étamines. Voilà les *principales* discordances que j'ai remarquées.

VII. Les caractères du style et du stigmate, et ceux des étamines, se prêtent des secours mutuels, soit dans les cas de concordance, soit dans ceux de discordance, soit surtout en cas d'ambiguité. Quand il y a concordance, la classification établie par un organe se trouve solidement confirmée par l'autre; ainsi, par exemple, je ne doute plus que le *Stevia pedata* n'appartienne à la section des hélianthes, et le *Xeranthemum annuum* à l'ordre des carduacées. Quand il y a discordance, c'est ordinairement une preuve que la classification de la plante qui en est l'objet est douteuse, et que le doute ne pourra être levé que par l'examen des autres organes. Ainsi nous ne saurons si le *Lagasca mollis* appartient à la section des vernonies ou à celle des hélianthes, que lorsque nous aurons analysé la corolle et l'ovaire. Enfin, quand l'un des deux organes ne présente que des caractères ambigus, c'est surtout alors que le secours de l'autre est nécessaire pour lever les doutes ou rectifier les erreurs causés par cette am-

biguité. Ainsi les *Gnaphalium* sont fixés dans la section des inules, par les étamines, et les *Buphtalmum* sont fixés dans la même section, par le style et le stigmate, nonobstant l'ambiguité de l'autre organe.

VIII. Quels que soient les secours que se prêtent mutuellement les style et stigmate et les étamines, il est des cas où l'un et l'autre organes sont insuffisans pour déterminer avec assurance la classification de certaines synanthérées. Ainsi quelques astérées ayant le style et le stigmate de la section des chrysanthêmes, et les étamines de la section des hélianthes, tandis que quelques autres ont le style et le stigmate de la section des hélianthes, et les étamines de la section des chrysanthêmes, il en résulte un entrecroisement, une double confusion, que ne peuvent faire cesser les deux organes analysés. La division de la section des chrysanthêmes en deux tribus n'est pas non plus suffisamment établie par ces organes. L'ordre des lactucées a besoin d'être divisé en sections; la section des hélianthes est trop nombreuse pour ne pas devoir être subdivisée en tribus : les deux organes dont il s'agit ne me paroissent offrir aucune ressource à cet égard.

IX. Il est donc indispensable d'analyser *tous* les organes principaux, et de déterminer les caractères ordinaires de chacun d'eux, dans la classe, et dans chacun des ordres, des sections et des tribus. Je ne saurois trop le répéter, *une classification naturelle ne peut se fonder que sur la réunion des caractères ordinaires de tous les principaux organes;* parce qu'un caractère pris isolément, quelles que puissent être sa valeur et l'importance de l'organe qui le fournit, se trouvera certainement en défaut dans quelque circonstance. Il faut donc que, dans tous les cas où les caractères ordinaires d'un organe peuvent se trouver en défaut, les caractères ordinaires d'un ou de plusieurs autres organes se présentent pour lever le doute, prévenir ou rectifier l'erreur.

X. Je n'ai point dissimulé, soit dans mon premier Mémoire, soit dans celui-ci, les anomalies ou exceptions, plus ou moins graves, plus ou moins nombreuses, auxquelles sont sujets presque tous les caractères que j'ai proposés comme *ordinaires*. Il en résulte, j'en conviens, deux très-graves inconvéniens : le premier est que les caractères *ordinaires* cessent réellement d'être des caractères dans tous les cas où ils se trouvent démentis par les caractères *insolites;* le second est que, si les groupes se distinguent fort bien par leurs caractères ordinaires, ils se confondent par

leurs caractères insolites. Mais s'ensuit-il que ces caractères ordinaires sont sans valeur, ainsi que ma méthode fondée sur eux? Non, assurément. C'est une bien grande erreur, malheureusement trop accréditée par la foule des botanistes à système, que cette prétention d'assujétir la nature végétale à la règle et au compas. Ils ne veulent point d'autres méthodes que celles dont les divisions sont nettement tranchées par des caractères très-simples, très-saillans, et surtout non sujets à exception. Ils ignorent donc qu'une méthode qui seroit éminemment douée de tous ces avantages, seroit le plus artificiel de tous les systèmes, et bouleverseroit infailliblement tous les rapports naturels. Il faut nécessairement opter entre les avantages et les inconvéniens d'un système artificiel, et ceux de la méthode naturelle, c'est-à-dire entre une classification commode et facile, mais essentiellement vide de toute science, et une classification difficile, compliquée, mais source féconde de la plus solide instruction. Bien certainement, les avantages des deux sortes de classifications sont incompatibles, et tous les botanistes, qui depuis si long-temps s'efforcent vainement de les concilier, prouvent assez par leurs efforts infructueux, que c'est la pierre philosophale de la Botanique. Je le répète, les végétaux n'ont pas un seul organe qui ne soit sujet à plusieurs anomalies; leurs organes n'offrent pas un seul caractère qui ne soit modifié ou même démenti par plusieurs exceptions. Pour former une méthode naturelle, il ne faut donc jamais avoir égard qu'aux caractères *ordinaires*, et faire abstraction des caractères *insolites*.

XI. L'analyse des étamines donne encore quelques autres résultats assez importans pour mériter d'être rappelés ici.

L'un des plus remarquables est l'indication d'une nouvelle section des *ambrosiacées* à former, et à intercaler entre la tribu des chrysanthêmes et la section des tussilages (1). L'affinité des ambrosiacées avec les *artemisia* me semble évidente, tant par la considération du style et du stigmate, que par celle des étamines; et je ne doute pas que les analyses futures de la corolle et de l'ovaire ne confirment pleinement la formation et le placement de cette nouvelle section.

Les *calendula* sont-ils une tribu de la section des hélianthes?

---

(1) La prétendue affinité des ambrosiacées avec les tussilages est une erreur que l'analyse de la corolle m'a fait reconnoître depuis la rédaction de ce Mémoire. Voyez la note au bas de la pag. 281, et la première note au bas de la p. 282.

ou doivent-ils former une section immédiatement voisine, mais distincte? Les analyses de la corolle et de l'ovaire décideront la question. Mais dès à présent l'affinité paroît bien établie, surtout par les *osteospermum;* et ce résultat est entièrement dû à l'analyse des étamines, qui prévalent ici sur le style et le stigmate.

La section des hélianthes et celle des chrysanthêmes, qui s'entrecroisent quelquefois par les caractères du style et du stigmate et par ceux des étamines, ne devront-elles pas être immédiatement rapprochées? Ne faudra-t-il pas aussi classer dans la section des chrysanthêmes quelques astérées ayant les étamines de la section des hélianthes, et quelques autres ayant le style et le stigmate de cette même section?

La section des vernonies a la plus grande affinité avec l'ordre des carduacées, par les étamines, et avec celui des lactucées, par le style et le stigmate; mais comme le rangement des autres sections, déterminé par leurs affinités, ne permet pas aux vernonies d'être immédiatement intermédiaires entre les lactucées d'une part, et les carduacées de l'autre; il en résulte que *les affinités se croisent*, et que par conséquent *il est impossible de les représenter par une simple série linéaire.* La coordination des trois ordres de la classe, l'intercalation des ambrosiacées fournissent d'autres preuves de ce principe, dont on se convaincra de plus en plus, à mesure qu'on approfondira davantage la science des affinités.

J'ai démontré que l'ordre des astérées ne pouvoit être caractérisé ni par le style et le stigmate, ni par les étamines. Si la corolle et l'ovaire ne le caractérisent pas mieux, nul doute que cet ordre ne doive être supprimé et remplacé par ses sections, qui dès-lors s'éleveront d'un degré, et deviendront des ordres du même rang que les lactucées et les carduacées.

Les étamines nous procurent une division de l'ordre des carduacées en sections et en tribus; j'ai lieu de croire qu'elle est assez conforme aux rapports naturels. La division de la section des chrysanthêmes en deux tribus est également fondée sur les caractères des étamines, et elle est parfaitement naturelle. Je me suis assuré que le trop nombreux genre *aster* pourra être divisé en sous-genres, à l'aide des caractères staminaux combinés avec ceux de la corolle. Enfin les étamines sont propres à indiquer des affinités naturelles, et elles offrent très-fréquemment d'excellens caractères spécifiques, sous-génériques et génériques, surtout chez les carduacées.

XII. L'analyse des étamines des synanthérées est donc assez féconde en résultats intéressans, pour mériter d'avoir fait la matière de ce Mémoire. Le résultat capital est que les diverses modifications de l'organe mâle se trouvant généralement, dans cette classe, en rapport avec celles de l'organe femelle, et avec les affinités naturelles, l'analyse des étamines confirme presqu'entièrement la classification établie dans mon premier Mémoire, la rectifie en quelques points, l'étend et la perfectionne : or ce concours remarquable des deux organes analysés, suffit pour rendre très-probable la conjecture que la même classification se trouvera également confirmée par les deux organes dont l'analyse me reste à faire, je veux dire l'ovaire et la corolle; et si les quatre organes principaux des synanthérées concourent à établir une même classification, il faudra bien reconnoître que cette classification est le tableau fidèle de la nature, en cette partie.

Je regrette de n'avoir pas été à portée d'observer un nombre suffisant de plantes dans la section des *vernonies*, dans celle des *eupatoires*, dans celle des *tussilages* et dans celle des *arctotides;* et je conviens franchement qu'à leur égard mes résultats peuvent ne pas inspirer une grande confiance.

J'ai dessiné les étamines de 120 espèces de synanthérées; ces figures sont les pièces justificatives de mon Mémoire.

Je termine en faisant remarquer qu'Adanson a donné, dans ses *Familles*, une description des étamines des synanthérées, plus détaillée que les botanistes n'ont coutume de faire. Le même auteur a formé une section des *Ambrosies*, composée des genres *ambrosia* et *xanthium*, et l'a placée immédiatement auprès de celle où il classe les *artemisia.* Il a aussi une section des *échinops*, une section des *chardons* et une section des *xéranthêmes,* qui sembleroient correspondre à celles que j'ai formées dans l'ordre des carduacées, et que j'ai désignées par les mêmes noms. Mais toutes les sections établies par ce profond botaniste sont fondées sur des principes, des organes et des caractères *absolument* étrangers à ceux sur lesquels reposent toutes les miennes; et il en résulte que la composition de mes sections se trouve fort différente de celle des sections d'Adanson. Quant à sa description des étamines, j'ose dire qu'elle est très-imparfaite.

LISTE

LISTE DES GENRES OBSERVÉS (1).

Lactucées. Lactuca. Lampsana. Rhagadiolus. Prenanthes. Chondrilla. Sonchus. Picridium. Hieracium. Crepis. Barkausia. Drepania. Zacintha. Hyoseris. Taraxacum. Leontodon. Thrincia. Picris. Helmintia. Scorzonera. Podospermum. Tragopogon. Urospermum. Geropogon. Hypochæris. Seriola. Andryala. Catananche. Cichorium. Scolymus.

Carduacées. Carduus. Cirsium. Centaurea. Carthamus. Carduncellus. Carlowizia. Cardopatum. Serratula. Carlina. Arctium. Echinops. Onopordum. Cynara. Atractylis. Galactites. Zoëgea. Stæhelina. Xeranthemum.

Vernonies. Vernonia. Ethulia? *Lagasca.*

Hélianthes. Helianthus. Heliopsis. Bidens. Ceratocephalus. Coreopsis. Rudbeckia. Silphium. Zinnia. Tagetes. Verbesina. Encelia. Dahlia. Galinsoga. Madia. Balbisia. Baltimora. Spilanthus. Sanvitallia. Polymnia. Sclerocarpus. Synedrella. Pascalia. Ximenesia. Heterospermum. Stevia? pedata. Zaluzania. Acmella. Eclypta. Parthenium. Dysodium. Schkuhria. Siegesbeckia. Helenium. *Osteospermum pinnatifidum. Kleinia porophyllum. Cacalia atriplicifolia.*

Eupatoires. Eupatorium. Stevia. Ageratum. Piqueria.

Solidages. Solidago. Aster. Chrysocoma. Bellis. Bellium. Cineraria? amelloides. Inula? glutinosa. Baccharis ivæfolia. Erigeron. Boltonia. Grindelia.

Inules. Inula. Buphtalmum. Conyza. Gnaphalium. Helichrysum. Filago. Micropus. Carpesium.

Chrysanthêmes. (Première tribu.) Chrysanthemum. Achillea. Matricaria. Anthemis. Anacyclus. Santolina. Athanasia. Tanacetum. Balsamita. Doronicum. Artemisia. Cotula. Flaveria.

(Deuxième tribu.) Senecio. Cineraria. Cacalia.

Tussilages. Tussilago.

Arctotides. Arctotis. Arctotheca. Gorteria.

Hétérandres. *Calendula. Osteospermum moniliferum. Othonna. Grangea. Cephalophora. Senecio cernuus. Cacalia sagittata. Tussilago alpina. Xanthium. Ambrosia. Iva. Gymnostyles.*

---

(1) J'ai distingué par des caractères italiques ceux dont la classification est douteuse, et que les analyses de la corolle et de l'ovaire m'autoriseront probablement à transporter dans d'autres sections que celles où je les place maintenant.

NOTE PREMIÈRE. (*Sur l'article anthérifère.*)

Des botanistes dont l'autorité est infiniment respectable, ont critiqué le nom d'*article anthérifère.*

Je conviens sans peine avec eux que le mot d'*article* est impropre, et j'aurois desiré en trouver un meilleur. Mais je ne pense pas, comme eux, que la partie que je désigne, bien ou mal, par ce mot, doive être confondue avec le connectif et sous le même nom; car si la partie dont il s'agit est suffisamment distinguée du filet par l'articulation, elle se distingue aussi du connectif, parce que les loges n'y adhèrent point.

L'essence du connectif est de *réunir* les loges. On peut donc très-bien donner un nom particulier à une partie qui ne les réunit point du tout, puisqu'elles n'y adhèrent aucunement.

De ce qu'il y a continuité entre l'article anthérifère et le connectif, il ne s'ensuit pas qu'il faille absolument nommer le tout connectif; car alors il faudroit nommer aussi connectif le filet tout entier de la plupart des plantes, des *renonculacées*, par exemple; et évidemment ce système de nomenclature tendroit à tout brouiller, tout confondre.

Si l'on supprime le nom d'article anthérifère, par le motif de la continuité de substance, il faudra aussi, par le même motif, supprimer celui d'*appendice terminal;* car, s'il est vrai que l'article anthérifère soit un prolongement de la base du connectif, il est encore plus indubitable que l'appendice terminal est le prolongement du sommet de ce même connectif.

Or, si nous nommons tout cela *connectif*, il nous faudra user de périphrases intolérables pour exprimer les caractères très-utiles résultant des diverses modifications que présentent l'article anthérifère et l'appendice terminal, suivant les ordres, les sections et les genres.

Ce n'est pas tout. Il est quelques synanthérées dans lesquelles l'articulation est nulle, ou non perceptible à nos sens. Comment, dans ce cas, les botanistes dont je combats l'opinion, fixeront-ils le point où cesse le filet et commence le connectif?

Diront-ils que les synanthérées dont l'articulation n'est point perceptible, sont privées de connectif, tandis que les autres en sont pourvues? Ce langage, non-seulement feroit méconnoître les analogies, mais, ce qui est bien pis, donneroit une idée fausse et démentie par le témoignage des sens, puisqu'il supposeroit que les étamines articulées ont un organe ou une partie de plus que les étamines non articulées; tandis qu'il est de toute évidence que les étamines non articulées sont absolument composées des mêmes

parties que les étamines articulées; qu'il n'y a pas un atome de plus dans les unes que dans les autres; qu'elles ne diffèrent seulement que par un changement subit de substance, qui s'observe dans le support des unes, et point dans les autres, mais qui ne sauroit jamais constituer l'existence d'un organe de plus.

NOTE DEUXIÈME. (*Sur les greffes originelles.*)

Un botaniste justement célèbre par de grandes découvertes en Anatomie végétale, par l'esprit philosophique qui dirige ses recherches, et l'élégance du style dans lequel il sait exprimer toutes ses idées, voudroit proscrire absolument en Botanique toute hypothèse fondée sur l'analogie, et ne rien supposer dans les végétaux, que ce que nos sens, aidés des instrumens, peuvent y apercevoir. La rigueur de ce principe me semble saper par la base toute la science des affinités naturelles. Un exemple très-familier va en faire sentir l'inconvénient, je dirois presque le danger.

Essayons de décrire les étamines des synanthérées et celles des légumineuses, sans nous permettre aucune supposition.

Nous dirons que les synanthérées ont ordinairement une seule étamine composée d'une anthère tubuleuse à dix loges, supportée par cinq pédicules; mais que quelquefois elles ont cinq étamines composées chacune d'une anthère à deux loges et d'un pédicule.

Quant aux légumineuses, nous dirons qu'ordinairement elles ont deux étamines, dont l'une est composée d'une anthère et d'un pédicule; l'autre est composée de neuf anthères portées par une large membrane. Mais souvent il n'y a qu'une seule étamine composée de dix anthères supportées par un tube membraneux. Souvent aussi il y a dix étamines composées chacune d'un pédicule et d'une anthère.

Je le demande à tout botaniste impartial, comment démêler les affinités naturelles, dans de pareilles descriptions? et n'est-il pas infiniment plus conforme aux vrais rapports des choses, tels que notre esprit doit les concevoir, de dire que les synanthérées ont cinq étamines entregreffées par les anthères, et que les légumineuses en ont dix entregreffées par les pédicules.

Concluons qu'il ne faut rien exagérer, et que, s'il importe de se garder des écarts d'imagination qui nous feroient abuser de l'analogie, on ne doit pas pour cela proscrire les suppositions légitimement fondées sur des analogies évidentes.

Au reste, la greffe du pédicule de l'étamine avec la corolle se démontre clairement, chez les synanthérées, par des faits positifs que j'ai observés, et qui sont consignés dans mon Mémoire, mais qu'il seroit trop long de rapporter ici.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE. Maximum.		Minimum.		A Midi.	BAROMÈTRE MÉTRIQUE. Maximum.		Minimum.		A Midi.	THERM. INT. A MIDI.
	heures.	°	heures.	°		heures.	mill.	heures.	mill.	mill.	°
1	à midi	+ 4,75	à 9 s.	+ 2,00	+ 4,75	à 6 ½ m.	745,56	à 4 ½ s.	733,28	737,40	4,1
2	à 3 s.	+ 5,00	à 6 ½ m.	— 0,00	+ 4,25	à 10 ¼ m.	737,78	à 10 ½ s.	735,64	727,50	4,5
3	à 3 s.	+ 5,50	à 10 m.	+ 1,25	+ 3,75	à 9 ½ s.	729,92	à 3 s.	726,14	726,40	3,4
4	à midi	+ 2,75	à 6 ½ m.	+ 0,50	+ 2,75	à 10 s.	741,84	à 6 ½ m.	735,08	738,04	3,5
5	à midi	+ 1,50	à 6 ½ m.	+ 0,00	+ 1,50	à 9 ½ s.	749,68	à 6 ½ m.	744,74	746,60	3,2
6	à 6 ½ m.	— 2,00	à 10 s.	— 3,50	— 2,50	à 10 ¼ m.	752,40	à 6 s.	751,22	752,04	1,5
7	à 3 s.	— 1,25	à 6 ½ m.	— 6,25	— 2,00	à 8 ½ m.	752,44	à 3 s.	751,70	751,94	1,8
8	à midi	— 2,63	à 6 ¼ m.	— 5,25	— 2,63	à 6 ¼ s.	752,40	à 10 s.	751,16	751,44	1,6
9	à midi	+ 0,12	à 6 ½ m.	— 8,25	+ 0,12	à 9 ½ m.	750,92	à 9 s.	749,46	750,70	2,0
10	à midi	+ 2,75	à 6 ¼ m.	— 5,75	+ 2,75	à 6 ¼ m.	746,54	à 3 s.	745,62	746,18	2,0
11	à midi	+ 2,50	à 6 ¼ m.	— 2,00	+ 2,50	à 7 s.	748,40	à 6 ¼ m.	745,96	746,84	1,9
12	à midi.	+ 7,50	à 6 ¼ m.	— 2,00	+ 7,50	à 10 s.	754,50	à 6 ¼ m.	750,26	751,92	2,8
13	à 3 s.	+ 3,75	à 6 ¼ m.	— 0,75	+ 2,90	à 10 s.	758,04	à 6 ¼ m.	755,60	757,28	2,7
14	à midi	+ 1,00	à 10 ¼ s.	— 1,25	+ 1,00	à 10 ¼ s.	762,16	à 6 ¾ m.	758,90	760,58	2,0
15	à 3 s.	+ 0,25	à 6 ¼ m.	— 2,00	— 1,25	à 10 s.	764,12	à 6 ¼ m.	762,70	753,70	1,3
16	à 3 s.	+ 6,50	à 6 ¼ m.	+ 1,50	+ 4,75	à midi.	765,00	à 3 s.	763,50	765,00	4,0
17	à 3 s.	+ 10,50	à 6 m.	— 0,25	+ 8,25	à 11 m.	766,30	à 6 m.	764,60	765,94	4,5
18	à 3 s.	+ 7,75	à 6 m.	— 0,25	+ 6,75	à 10 ¼ m.	763,80	à 11 s.	760,60	762,88	5,2
19	à 3 s.	+ 3,50	à 6 m.	— 0,75	+ 2,75	à 3 ¼ m.	759,26	à 9 ¾ s.	755,60	758,24	3,8
20	à 3 s.	+ 12,50	à 6 m.	— 2,25	+ 11,40	à midi.	755,90	à 5 ¼ s.	754,60	755,90	5,5
21	à 3 s.	+ 14,50	à 6 m.	+ 5,25	+ 13,75	à midi.	753,50	à 5 s.	752,60	753,50	7,0
22	à midi.	+ 14,75	à 10 ¼ s.	+ 6,25	+ 14,75	à 10 ¼ s.	754,00	à 6 m.	751,60	752,70	8,9
23	à 3 s.	+ 12,00	à 9 ½ s.	+ 5,25	+ 11,12	à 9 ½ s.	757,00	à 6 m.	754,96	756,50	8,4
24	à midi.	+ 12,00	à 5 ¾ m.	+ 0,50	+ 12,00	à 10 m.	757,34	à 9 ¼ s.	754,28	756,80	9,6
25	à 3 s.	+ 12,00	à 10 s.	+ 6,50	+ 11,00	à 10 m.	754,14	à 6 ½ s.	753,30	753,88	8,5
26	à 3 s.	+ 11,75	à 5 ¾ m.	+ 1,90	+ 10,75	à 9 ½ s.	754,44	à 5 ¾ m.	752,22	752,54	8,5
27	à midi.	+ 13,75	à 5 ¾ m.	+ 5,50	+ 13,75	à 10 ¼ s.	760,00	à 5 ¾ m.	756,82	759,10	9,3
28	à 3 s.	+ 12,25	à 5 ¾ m.	+ 2,25	+ 12,00	à 8 m.	758,12	à 10 s.	752,62	756,86	10,0
29	à 3 s.	+ 14,25	à 5 ¾ m.	+ 5,50	+ 12,75	à 9 ½ s.	750,60	à 5 ¾ m.	749,00	749,55	9,0
30	à 3 ¼ s.	+ 14,10	à 5 ½ m.	+ 8,75	+ 13,75	à 5 ½ m.	753,06	à 5 ½ m.	753,06	756,10	9,5
31	à 3 s.	+ 15,00	à 5 ½ m.	+ 4,00	+ 14,75	à 7 ¾ m.	761,68	à 10 s.	759,36	761,60	10,1
Moyennes.		+ 7,05		+ 0,23	+ 6,30		753,09		751,11	752,47	5,2

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure....	766,30	le 17
Moindre élévation du mercure........	726,14	le 3
Plus grand degré de chaleur........	+ 15, 0	le 31
Moindre degré de chaleur...........	— 8, 0	le 9
Nombre de jours beaux.......	9	
de couverts...........	22	
de pluie...............	3	
de vent...............	31	
de gelée..............	13	
de tonnerre...........	0	
de brouillard..........	31	
de neige..............	6	
de grêle..............	0	

NOTA. Nous continuerons cette année à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

MARS. 1814.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	96	S.	Lune périgée.	Couvert, brouillard.	*Pluie*, brouillard.	Nuageux.
2	86	S-O.		Nuageux, brouillard.	Nuageux.	*Idem*, glace.
3	86	S-E.		Couvert, br., gl., neig.	Couvert.	*Idem*.
4	86	N.		*Idem*.	*Idem*.	Couvert.
5	89	N-O.		Couvert, brouillard.	*Idem*.	Couvert, brouillard.
6	74	N-E.	P.L. à 7 h 23'm.	*Idem*.	*Idem*, neige fine.	Très-nuageux.
7	66	*Idem*.		Superbe, brouillard.	Nuageux.	Couvert.
8	69	N.		Neige, brouillard.	Neige.	Neige.
9	79	S.		Brouillard épais.	Très-nuageux.	Couvert.
10	73	S-E.		Couvert, brouillard.	Couvert.	*Idem*.
11	81	S.		*Idem*, neige.	Neige.	Neige.
12	89	O.		Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.	Couvert, neige.
13	90	N-E.	Lune apogée.	*Idem*.	*Idem*.	Beau ciel.
14	85	N.	D.Q. à 1 h 39'm.	*Idem*.	*Idem*.	Couvert.
15	81	N-E.		*Idem*.	*Idem*.	Beau ciel.
16	84	*Idem*.		*Idem*.	Très-nuageux.	*Idem*.
17	86	E.		Beau ciel, brouillard.	Beau ciel.	*Idem*.
18	83	N-E.		*Idem*, gelée bl.	*Idem*.	Couvert.
19	84	*Idem*.		Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.	Beau ciel, brouillard.
20	95	S.		*Idem*.	Beau ciel.	*Idem*.
21	91	S-E.	N. L. à 9h. 31's.	*Idem*.	Couvert.	Couvert.
22	89	S.		*Pluie* fine, lég. brouil.	Très-nuageux.	Beau ciel.
23	87	O.		Couvert, lég. brouil.	*Idem*.	*Idem*.
24	77	S.		Nuageux, brouil., gel.	*Idem*.	Couvert.
25	87	O.		Couvert, léger brouil.	Couvert.	*Idem*.
26	91	S.	Lune périgée.	Nuageux, brouill.	*Idem*.	Nuageux.
27	86	O.		Couvert, brouillard.	*Idem*.	*Idem*.
28	82	S-E.	P.Q. à 10 h 11's.	Brouillard épais.	Nuageux.	*Idem*.
29	90	S.		Couvert, brouillard.	Couvert.	*Pluie* fine.
30	90	N.		*Idem*.	*Idem*.	*Idem*.
31	80	S.		Nuageux, brouillard.	*Idem*.	Couvert.
Moy.	82					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du
- N. 4
- N-E. 7
- E. 1
- S-E. 4
- S. 9
- S-O. 1
- O. 4
- N.-O. 1

Therm. des caves { le 1er 12°,090 ; le 16 12°,096 }

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 11mm45 = 0p. 5 lig. 1 dixième.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris et par exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

DESCRIPTION
DE PIERRES FIGURÉES
DES ENVIRONS DE NANCY;

PAR M. HALDAT, *D. M.*

N'EST-CE pas une chose bien digne de remarque, que les objets que nous pouvons le plus facilement soumettre à nos observations, soient ceux que généralement nous connoissons le moins. Depuis long-temps les moralistes répètent que l'homme est ce qu'il connoît le moins, et les naturalistes sont assez d'accord, que la terre que nous foulons aux pieds nous est bien moins connue que le ciel, dont nous sommes séparés par d'immenses distances. Le sujet qui m'a conduit à ces réflexions est une espèce de pierre commune aux environs de Nancy, et fort en usage pour la construction des rochers artificiels et la décoration des jardins, auxquels elle donne un aspect pittoresque et agréable, lorsqu'elle est employée avec goût et discrétion.

Cette espèce de pierre, dont je n'ai trouvé la description dans aucun des ouvrages sur les fossiles que j'ai eus à ma disposition, est remarquable par les formes singulières qu'elle affecte. Ce qui caractérise principalement ces minéraux, ce sont des cavités qui les traversent en différentes directions, et qui, par leur réunion, donnent naissance à des formes très-variées et très-bizarres. Le mécanisme qui a pu donner naissance à des productions aussi singulières, m'a paru digne de fixer un instant l'attention des naturalistes.

Le nombre et la grandeur des cavités qui se trouvent dans ces pierres varient infiniment; il en est dans lesquelles on en rencontre un grand nombre et de grande dimension; il en est d'autres qui n'en contiennent que d'étroites et en petit nombre; mais ce qui est commun à toutes, c'est qu'elles ont généralement la forme de canaux, dont la direction principale traverse ces masses pierreuses de part en part, et ordinairement dans leur moindre di-

mension. Ces canaux, quoique circulaires, ne sont pas cylindriques; lorsqu'ils parcourent des pierres d'une certaine épaisseur, telle que de 2 à 3 décimètres, ils offrent au contraire une forme conique très-distincte. Ils sont généralement assez droits; il en est cependant qui présentent quelque courbure.

Ces canaux, dirigés selon l'épaisseur de la masse, ne conservent leur parallélisme que quand ils sont à certaine distance les uns des autres; ils se réunissent, au contraire, quand ils sont voisins, et divergent sensiblement. Les angles qu'ils forment entre eux varient à l'infini. Ceux que l'on trouve le plus fréquemment sont cependant, comme dans les végétaux, de 45° à 25°. Leur réunion se fait par le concours de deux embranchemens, quelquefois de trois, mais rarement d'un plus grand nombre. Ils naissent les uns des autres, par degrés, de sorte qu'un vaste canal donne ordinairement naissance à un moins étendu. Cette progression régulière n'est cependant pas absolument constante, et de même que l'on voit parfois une grosse branche, dans un arbre, donner naissance à de petits rameaux, on voit aussi dans nos pierres quelques larges canaux en produire de fort étroits.

L'ouverture des canaux varie infiniment; j'en ai rencontrés de 5 à 6 centimètres de diamètre, et d'autres qui n'avoient que 2 à 3 millimètres. Lorsque les pierres ont peu d'épaisseur, 5 à 6 centimètres, par exemple, les canaux qui les traversent sont ordinairement sans embranchement. Ils se ramifient, au contraire, dans des pierres plus épaisses, et leurs ramifications sont d'autant plus nombreuses que leur épaisseur est plus grande. Quant à leurs divisions, les canaux me semblent former deux espèces; l'une, dans laquelle ils sont seulement divergens; l'autre, dans laquelle ils se séparent après s'être réunis. Les pierres minces ont des canaux simples ou seulement divergens; les pierres de 5 à 6 décimètres d'épaisseur ont des canaux à double branche et itérativement ramifiés. L'étendue du canal de réunion a toujours quelque rapport de capacité avec les canaux qui s'y rendent. Ces canaux de réunion ont cependant en général moins de régularité, comme on voit la forme circulaire s'altérer dans les végétaux ligneux, à la naissance des branches.

La surface intérieure des cavités de nos fossiles est assez unie, sans être polie, et ressemble parfaitement à leur surface extérieure. Leur caractère minéralogique ne peut être équivoque; elles offrent toutes les propriétés de la chaux carbonatée; leur texture varie, mais dans le grand nombre d'échantillons que j'ai examinés, je

n'en ai rencontré aucun qui ne soit compact, d'une densité et d'une dureté qui les rapprochent du marbre. Leur snombreuses variétés me semblent se rapporter à deux principales. L'une blanche, cristalline, à grain saccarin, d'une dureté médiocre; l'autre à grain plus fin, plus dur, plus compact et d'un gris rougeâtre, souvent mêlé de terre ocreuse. Ces deux variétés de texture se trouvent réunies dans quelques masses. La première ne peut être méconnue pour un véritable albâtre; elle offre souvent des élémens hétérogènes dans lesquels on distingue des débris de coquilles fort altérées, des cristaux de carbonate de chaux, des grains de sable roulé de même nature et de grandeur différente. Les coquilles qui les composent sont généralement trop altérées pour pouvoir en déterminer les espèces, mais on reconnoît facilement les genres. J'ai distingué dans le tritus qui les compose, des vis, des cames, des buccins; le plus grand nombre de ces débris paroît appartenir à une très-petite espèce d'huître; j'ai aussi trouvé dans quelques échantillons, des polipiers de diverses espèces.

Les élémens de l'autre variété, dont Monnet a parlé dans son Voyage minéralogique, et que sa dureté fait employer au pavé de Nancy, sont plus homogènes et par conséquent plus difficiles à distinguer. Elle contient souvent des geodes tapissées de cristaux et mêlées de veines ocreuses. La texture de l'une et l'autre variétés ne m'a pas paru différente, dans l'épaisseur de la pierre, à sa surface extérieure ou à celle de ses canaux.

Les faits que je viens de rapporter me semblent déjà distinguer nos pierres figurées, de tous les corps du même genre; mais leur gisement me paroît surtout propre à les caractériser. Quoique j'aie fait un grand nombre de perquisitions dans les carrières ouvertes aux environs des lieux où elles se trouvent, je n'en ai jamais rencontrées qu'à la surface de la terre; elles y sont constamment placées horizontalement, de sorte que les canaux qui les traversent affectent la direction verticale, quoique leurs nombreux embranchemens s'éloignent souvent de cette direction, à cause des angles sous lesquels ils se séparent les uns des autres. Ce qui n'est pas moins digne de remarque, c'est que les masses que forment ces pierres, souvent assez grandes, ne sont jamais continues aux rochers calcaires qui forment la partie solide du terrain où elles reposent; elles en sont le plus ordinairement séparées par une couche de terre végétale interposée; elles montrent à la superficie du sol leurs surfaces inégales et anfractueuses, pendant que

leurs

leurs contours sont enveloppés de terre végétale que l'on trouve aussi dans leurs cavités.

Ces masses pierreuses ont encore de particulier, qu'elles n'occupent jamais une grande étendue à la surface du terrain, sans discontinuité. Dans les lieux où elles sont le plus abondantes, elles forment des îles circonscrites par la terre végétale, et ces îles sont des groupes de pierres rassemblées les unes près des autres, et si peu liées entre elles, qu'on les sépare sans fracture. Les mêmes terrains où se trouvent ces groupes pierreux offrent encore de toute part les traces de l'influence de la même cause qui leur a donné naissance; car on rencontre aux environs des pierres de même nature et de peu d'épaisseur, percées seulement de quelques trous ou canaux, et disséminées à la surface du sol.

Une autre particularité digne de l'attention des naturalistes, c'est le gisement général de ces pierres, qu'on ne trouve que dans les lieux les plus élevés, sur les plateaux assez vastes des montagnes calcaires qui dominent Nancy. La montagne Sainte-Geneviève, la chaîne qui est derrière Laye-Saint-Christophe, celles qui s'étendent par Vandœuvre, Ludres, Chavigny, jusqu'à la Mozelle, en offrent des groupes nombreux. Je ne pourrois pas assurer que ces corps appartiennent exclusivement à des montagnes d'une égale élévation; mais ce qui est remarquable, c'est que les plateaux que je viens d'indiquer sont généralement sur le même niveau, et si l'on rencontre quelques pierres caverneuses sur des plateaux moins élevés, elles ne sont jamais aussi nombreuses, ni si bien caractérisées.

Les terrains occupés par nos fossiles sont calcaires et de seconde formation, et distingués par leur stérilité. Ces montagnes sont chauves, le roc est à peine couvert d'une couche mince de terre végétale qui n'offre que des plantes foibles et languissantes, et, ce qui est très-remarquable, c'est que généralement dépeuplées d'arbres à leurs sommets, ces montagnes sont, pour la plupart, environnées de forêts qui en couvrent les flancs. On rencontre quelques pierres figurées dans ces forêts, mais cela est beaucoup plus rare qu'en plaine, et les parties qu'elles en occupent sont généralement dépeuplées. La position respective des groupes de nos pierres figurées, et des forêts voisines des terrains qu'elles occupent, semble établir entre eux une loi d'exclusion mutuelle qui me semble jeter quelques lumières sur l'origine de ces fossiles.

D'après les faits que nous venons de rassembler sur le gisement de nos pierres, sur les caractères tirés de leur figure bizarre,

de l'arrangement et de la disposition des canaux dont elles sont traversées, sur la nature des élémens dont elles sont composées, elles ne me paroissent pas avoir suffisamment fixé l'attention des naturalistes. J'en ai inutilement cherché la description dans les ouvrages d'histoire naturelle les plus nouveaux, dans le Dictionnaire d'Histoire naturelle, dans le Dictionnaire des Fossiles par Bertrand, et dans le Traité des Pétrifications, où se trouvent cependant près de cinq cents espèces gravées. J'avois cru leur trouver de l'analogie avec certains fossiles connus sous le nom de *pierres branchues*, et décrites par Dutour, dans le tome V des Savans étrangers; mais ils n'ont aucuns caractères communs qui puissent servir à les rapprocher. Il y a donc lieu de croire qu'elles sont demeurées inconnues jusqu'alors; mais qu'elles aient été entrevues ou non par les naturalistes, il ne me paroît pas que l'on soit parvenu à en découvrir l'origine et à en expliquer convenablement la formation, ce qui est cependant le résultat le plus intéressant auquel puisse conduire l'examen des productions de ce genre, à raison des lumières que cela peut répandre sur l'histoire de la terre et sur la théorie des révolutions nombreuses auxquelles sa surface est depuis si long-temps soumise. Je n'ai pas la prétention de lever des difficultés que je crois au-dessus de mes forces, je veux seulement proposer mes doutes, essayer quelques hypothèses qui peut-être un jour serviront à de plus habiles à les résoudre avec plus de succès.

Les pétrifications et pierres figurées, que l'on désigne aussi sous le nom de *fossiles* relativement à leur structure extérieure, forment des classes des genres et des espèces aussi nombreuses que les corps qu'ils représentent. Quant à leur mode de formation, ils semblent se réduire à trois ordres : ceux produits par des dépôts de matière concrescible introduite dans les cavités de certains corps, en offrent la figure en relief : tel est le plus grand nombre des coquilles fossiles; ceux qui, produits par l'application de matière concrescible à la surface extérieure des corps, en présentent le moule en creux, comme on le voit dans beaucoup de coquilles, de corps marins, de produits végétaux, de cristaux, etc.; ceux enfin qui résultant d'un mode composé, offrent non-seulement la forme extérieure, mais même la texture intérieure avec tous les détails de leur organisation, de l'arrangement de leurs parties, comme on le voit dans les polipiers, les coquilles, les fruits, les bois pétrifiés, agatisés : tous ces fossiles, quel que soit l'ordre auquel ils appartiennent, offrent encore une différence très-im-

portante. Les uns conservent si parfaitement la forme des corps sur lesquels la matière s'est déposée, que leur origine est évidente, soit que les espèces qui leur ont servi de moule ou de noyau, existent encore, soit qu'ils aient été détruits dans quelque révolution du globe. D'autres fossiles montrent une forme si peu déterminée et altérée par un si grand nombre de causes, qu'il est extrêmement difficile d'en découvrir l'origine.

On a depuis long-temps renoncé aux idées peu philosophiques attachées à ce que l'on nommoit *jeu de nature :* on sait que tous ses produits sont les résultats de lois immuables dont les effets sont constans et uniformes; mais ces lois se combinent entre elles de tant de manières différentes par leur réunion ou leur opposition, leur concours ou leur action successive; plusieurs d'entre elles nous sont d'ailleurs si peu connues, qu'il n'est pas étonnant que l'origine et la formation d'un grand nombre de fossiles soit restée inconnue. Les faits sur lesquels les naturalistes s'appuient pour la déterminer, sont : la parfaite conservation de la forme ou de la structure intime du corps représenté, l'existence des espèces ou des genres analogues, la conservation de quelque partie du corps fossilisé dans son état primitif, ou du moins dans un état dans lequel il est facile à reconnoître, comme on l'observe dans certaines coquilles dont le têt existe encore, dans les dents fossiles qui conservent l'émail, ou enfin dans l'identité des élémens chimiques. Malheureusement la plupart de ces moyens propres à découvrir la nature de nos pierres figurées nous manque absolument. Il ne reste aucun vestige reconnoissable des corps sur lesquels les dépôts se sont formés, leurs élémens chimiques sont les mêmes que ceux de tous les carbonates calcaires qui en diffèrent le plus par leur forme extérieure. La texture enfin ne peut rien nous apprendre, puisque nos pierres ne représentent les corps qui leur ont donné naissance, que par les vides que l'on y rencontre; la configuration est donc le seul moyen qui nous reste pour remonter à l'origine de ces singulières productions de la nature.

Il y a beaucoup de fossiles caverneux, fistuleux, sinueux, auxquels on pourroit supposer quelqu'analogie avec les nôtres relativement à leur formation ; telles sont les pierres meulières, certaines roches calcaires et argileuses, les ponces, etc. ; mais tous ces corps forment des classes très-distinctes relativement au mode de leur production. Les uns, creusés de cavités irrégulières et anfractueuses, aussi variées par leur forme que par leur arrangement, présentent les signes manifestes de l'action du feu, de l'eau en

vapeurs, de gaz en expansion, de la puissance de l'affinité mise en jeu violemment; les autres, creusées de cavités plus régulières, astreintes à certains modes dans leur arrangement et leur réunion, offrent les signes d'une formation plus lente, moins tumultueuse. Le plus grand nombre de ces productions sont calcaires et conservent la forme des corps sur lesquels ils se sont formés et dont ils sont de véritables moules. Lorsque la conservation de la forme est exacte, l'origine est facile à déterminer : ce sont évidemment les moules ou les noyaux de corps qui sont détruits à la longue, formés d'une substance qui après avoir été liquide, s'est solidifiée.

La régularité dans la forme de nos fossiles, la constance dans l'arrangement et la disposition de leurs cavités, ne peuvent laisser de doutes qu'ils ne représentent en creux la forme de corps astreints à des lois constantes dans leur production, et cet arrangement éloigne l'idée de formation accidentelle et tumultueuse dont les effets sont caractérisés par la variété et l'irrégularité des formes. L'absence de toute substance dans l'intérieur de ces cavités, prouve assez que les corps qui leur ont servi de noyaux étoient de nature à céder aux causes de destruction auxquelles leurs enveloppes pierreuses ont résisté, ce qui convient aux corps organisés. Mais la forme conique des cavités, qui ne peut s'accorder avec celle que présentent les substances minérales soumises à la loi de cristallisation, dépose plus fortement encore en faveur des subtances organisées sur lesquelles s'est concrété le carbonate calcaire qui les forme. Mais à quelle famille du règne organique appartiennent ces êtres? dans quelle circonstance s'est fait le dépôt qui a donné naissance à leurs enveloppes pierreuses? Ce sont d'autres questions dont la solution est plus difficile encore.

On n'a pas besoin de parcourir long-temps le tableau du règne organique, pour trouver un type, une forme qui convienne à celle des cavités de nos fossiles. La moindre attention suffit pour se convaincre que ces cavités ne peuvent avoir été occupées que par des corps organisés dont la forme se rapproche de celle des végétaux, si ce ne sont pas des végétaux.

La forme cylindrique ou légérement conique, une disposition rameuse prouvée par des embranchemens multipliés naissant les uns des autres, dans l'ordre de décroissement que présentent les ramifications des végétaux, et sous les angles variés sous lesquels ils donnent leurs branchages, me semble en effet ne convenir qu'aux végétaux. Il est cependant des corps organisés qui

se rapprochent tellement de cette forme, qu'elle a trompé d'illustres naturalistes et tout le monde savant, dans l'incertitude sur la nature de certains corps que l'on a successivement considérés comme des animaux et des végétaux. Les êtres connus sous le nom de *zoophites*, sont en effet pourvus de membres dont la forme et la disposition se rapprochent extrêmement de celle des végétaux, avec lesquels on les a long-temps confondus. De ces animaux, les uns tiennent à des supports solides dont les parties affectent la forme rameuse, tels que les coraux, les éponges; les autres, dépourvus de supports, se composent d'une masse gélatineuse de laquelle partent ordinairement des membres de même nature. Les membres de ces corps marins, divisés comme les branches des végétaux, affectant comme eux la forme légérement conique, pourroient avoir servi de noyaux à nos moules pierreux. L'immense quantité de polipiers de toute espèce qui se rencontrent dans nos rochers calcaires seroit encore un argument favorable à cette hypothèse. Cependant en pesant les raisons que je viens d'exposer, l'origine de ces pierres me paroît devoir être attribuée avec plus de probabilité aux végétaux qu'à des zoophites.

Si ces dépôts se fussent faits sur des coraux, des polipes à supports calcaires, des litophites, ces supports, composés d'une substance peu altérable, se retrouveroient dans la masse de ces pierres, comme on l'observe dans un si grand nombre de polipiers fossiles, et l'on ne connoît pas de vers à tuyaux d'une dimension telle que la supposeroient les cavités de plusieurs de nos fossiles. Si l'on suppose que ces cavités auroient été produites par les membres de quelques molusques, tels que des orties de mer enveloppées dans le dépôt calcaire, le mode de formation me paroît peu admissible, d'abord parce que la forme générale des molusques ne s'accorde pas avec celle de nos cavités, leurs bras étant rarement divisés comme elles le supposent. De plus, les membres flexibles de ces animaux naissent généralement d'une masse centrale, qui est leur corps, et nos cavités n'offrent aucune trace d'une masse semblable. Enfin on ne concevroit guère comment des animaux timides, dont les membres se contractent aux moindres variations dans les corps qui les avoisinent, auroient pu se laisser envelopper dans la pâte calcaire, soit qu'elle ait été déposée promptement, soit que ce dépôt se soit fait avec lenteur; car dans la première supposition, leurs membres se seroient contractés, et dans la seconde, ils se seroient décomposés avant que le travail de la nature fût achevé.

De tous ces faits ne résulte-t-il pas naturellement que les végétaux seuls ont pu former les noyaux de nos pierres caverneuses. La forme de leurs cavités s'accorde en effet très-bien avec celle de ces corps organisés. Des canaux circulaires de forme légérement conique, le plus ordinairement droits, ramifiés avec une gradation telle qu'on l'observe dans la subdivision du branchage des arbres, pourraient-ils supposer d'autres corps que des végétaux. Mais la direction des canaux de nos pierres satisfait également à notre hypothèse; comme les branches des végétaux, ces canaux affectent la direction verticale, autant que leur réunion peut le permettre; on peut donc admettre comme suffisamment prouvé, que des végétaux rameux ont servi de noyaux à nos pierres dont les cavités représentent la forme. Ces pierres n'ayant qu'une médiocre épaisseur, ne peuvent contenir qu'une partie du végétal, et cette partie est la racine, ce que paroît prouver la divergence des canaux en partant de la surface supérieure des pierres. Il en est aussi quelques-unes dans lesquelles les canaux réunis se ramifient à-la-fois en se dirigeant vers le plan supérieur et vers l'inférieur, indiquent que les végétaux ont été saisis par la matière calcaire, à la naissance des branches et des racines.

D'après ces caractères, communs à un si grand nombre de végétaux, on ne peut se flatter de déterminer l'espèce dont nos pierres portent l'empreinte, mais on peut en conclure qu'ils étoient de nature ligneuse, puisqu'ils ont résisté à la pression du tritus calcaire, et subsisté pendant tout le temps qu'a nécessairement exigé sa solidification. Nous avons remarqué que nos pierres figurées forment des assemblages, des groupes; nous en concluons que les végétaux qu'ils représentent formoient aussi des groupes ou des forêts qui couvroient le sommet de nos montagnes maintenant chauves dans la plus grande partie de leur étendue. Les groupes d'arbres isolés que l'on trouve encore sur ces plateaux, sont aussi des preuves de l'existence de ces forêts antiques dont les flancs de nos montagnes sont encore enveloppés. Nous avons observé que les groupes de nos pierres figurées, et les forêts, se trouvent rarement sur le même sol; que les uns sont d'autant plus étendus que les autres sont plus resserrés. Il semble résulter naturellement de ces considérations, que la formation des pierres figurées de Nancy a été la cause de la destruction des forêts qui couvroient les sommets des montagnes qui l'environnent. On conçoit en effet qu'un tritus calcaire, d'abord liquide, prenant une consistance pierreuse autour des racines de ces végé-

taux, a dû les faire périr en les privant de nourriture. Mais quelle cause a pu déterminer le dépôt de ce ciment calcaire? Cette question, intimement liée à la théorie de la terre, à l'histoire de ses révolutions, est aussi difficile à résoudre que toutes celles du même ordre.

La texture de nos pierres, la nature des élémens qui les composent, semblent prouver que leur formation est postérieure à celle des rochers qui composent les noyaux de nos montagnes; celles-ci, plus homogènes, plus compactes, disposées par lits horizontaux, ont donné naissance à notre sol. Ces masses couvertes de terre végétale, ont eu nécessairement des végétaux à leur surface. Nos pierres figurées, plus hétérogènes, moins compactes, constamment placées à la surface, par-dessus la couche ancienne de terre végétale, ont été manifestement produites à une époque postérieure. La nouveauté de cette formation est rendue plus probable encore, quand on considère qu'elles se trouvent formées d'un plus grand nombre de coquilles dont la décomposition est moins avancée, quand on considère enfin que ces masses sont de vrais poudings calcaires ou brèches formées de fragmens arrondis, et dont la forme annonce assez qu'ils ont été travaillés par des eaux courantes.

Nos pierres figurées paroissent donc tirer leur origine d'un tritus calcaire déposé sur les racines de végétaux ligneux qui leur ont servi de noyaux, et dans lequel ont été empâtés des débris de corps marins et des fragmens calcaires roulés. Mais cette formation peut encore admettre deux modes. Ces masses peuvent avoir été produites par l'action lente d'un suc pétrifiant, comme cela a lieu pour les stalactites que nous voyons se former sous nos yeux, ou par la précipitation subite d'un liquide chargé de carbonate de chaux qui auroit aussi couvert une partie du sol. Les produits d'une pétrification lente sont généralement homogènes, ils offrent une texture cristalline comme les stalactites et les stalagmites, caractères qui se rencontrent rarement dans nos pierres. Les produits d'une formation rapide offrent toujours quelque trace d'irrégularité, de désordre, quelque signe de la violence des causes qui ont agi. Nos fossiles appartiennent donc plus probablement au second qu'au premier mode de formation. On ne peut attendre, sur les questions de ce genre, que des présomptions plus ou moins probables. Il semble que l'on satisferoit aux apparences que présentent nos pierres et le terrain où elles se trouvent, en supposant une augmentation considérable dans la masse des eaux éle-

vées au-dessus de nos plus hautes montagnes, et en supposant que ces eaux, chargées de carbonate de chaux rendu soluble par la surabondance de l'acide carbonique, auroient déposé ce carbonate de chaux sur les sommets de nos montagnes, alors peuplées de végétaux, en perdant l'acide carbonique. Les rochers de nos environs présentent dans la disposition de leurs lits un désordre, une irrégularité qui annonce quelque grand bouleversement produit par les eaux ou l'expansion des gaz. Plusieurs de ces rochers ont éprouvé un tel déplacement, que les lits horizontaux primitivement sont devenus verticaux dans un grand nombre; des masses énormes se sont écartées et ont laissé entre elles d'immenses cavités dans lesquelles s'est précipité un mélange de terre végétale très-pure, de sable, de fragmens calcaires et de galets quartzeux qui les remplit. L'époque du transport de ces quartz roulés que l'on rencontre sur les sommets les plus élevés de nos montagnes, remonte probablement aux mêmes temps où de grands courans partis des Vosges ont creusé nos vallées et escarpé nos montagnes. Quelle que soit, au reste, la cause de cette éruption des eaux, la précipitation du calcaire tenu par elles en dissolution me paroît peu douteuse, puisque les mêmes lieux qui contiennent nos pierres caverneuses, fistuleuses, offrent aussi des incrustations parfaitement semblables à celles que nous voyons se former sur les mousses et les herbes de plusieurs de nos fontaines, surchargées de carbonate de chaux.

INSTRUCTION

INSTRUCTION

SUR

LES LUNETTES PÉRISCOPIQUES,

Inventées en Angleterre par M. WOLLASTON, Secrétaire de la Société Royale de Londres, annoncées en France par M. BIOT, Membre de l'Institut, et exécutées par M. CAUCHOIS, rue des Amandiers-Sainte-Geneviève, à l'ancien Collége des Grassins.

Les lunettes ou besicles, destinées à soulager les vues affoiblies, ou à étendre les vues trop courtes, ont été inventées vers le treizième siècle. Depuis cette époque, on a vu constamment les savans et les opticiens faire des tentatives pour les perfectionner. Les uns ont fait varier la forme des montures; les autres ont indiqué des courbures pour les verres; mais personne ne paroît avoir eu une idée aussi heureuse que M. Wollaston. Ce physicien célèbre remarqua qu'on ne voit pas d'un seul coup-d'œil par toute l'étendue des verres, mais seulement par une portion de leurs surfaces à peu près égale à l'ouverture de la pupille ; et que, pour voir le mieux possible, il faut que les rayons qui viennent des objets traversent ces verres par leurs centres, à cause du passage oblique de la lumière lorsqu'elle s'en écarte. Ces observations le conduisirent à donner aux verres une forme bombée du côté de l'objet et creuse du côté de l'œil, ce qui tend évidemment à diminuer l'obliquité d'incidence sur les verres, pour les rayons qui arrivent à la pupille par leurs bords. Il en résulte, comme on le verra tout-à-l'heure, que les objets vus par ces bords doivent l'être avec moins de confusion que par les bords des verres de forme ordinaire, et par conséquent qu'on doit en distinguer une plus grande quantité par le seul mouvement de l'œil.

Les expériences que M. Wollaston en fit en Angleterre, sur des presbytes et des myopes, réussirent complètement. Il les annonça dans le Journal de Physique de Nicholson, en février

1804, et leur donna le nom de *Lunettes périscopiques*. Les frères Dollond prirent une patente pour avoir le privilége exclusif de cette fabrication.

A peine eus-je lu la dissertation de M. Wollaston, que M. Biot voulut bien me procurer, que je m'empressai de construire des lunettes sur ce principe. L'auteur anglais n'ayant donné aucune indication sur les rayons des courbures qu'il avait employées, je me servis d'abord de courbes très-fortes, c'est-à-dire, dont les rayons avoient à peu près la même longueur que les distances des verres à la rétine. L'effet parut excellent aux presbytes et aux myopes auxquels je les donnai à essayer, et notamment à M. Biot, qui est myope. Le champ étoit plus vaste qu'avec les autres lunettes, et les objets aperçus par l'extrême bord l'étoient aussi nettement que par le milieu. Ces courbures auroient donc été les meilleures à employer, s'il ne se fût présenté un inconvénient assez grave. Les rayons partis des objets très-lumineux en face de la personne qui porte ces lunettes, arrivant à la seconde surface des verres, s'y réfléchissent et reviennent sur la première; là, ils éprouvent une seconde réflexion qui les ramène en arrière, et leur fait former au fond de l'œil des images multiples de ces mêmes objets, qui semblent errer sur ceux que l'on regarde. La cause de ce désagrément étant connue, il a été facile de l'éviter. J'ai construit sur des courbes nouvelles des verres qui ont les mêmes avantages que les premiers, et n'en ont point les inconvéniens. M. Biot a bien voulu les faire connoître au public par une lettre qu'il écrivit au *Moniteur*, le 21 septembre dernier.

Ces propriétés des verres périscopiques les rendent très-utiles, et préférables aux verres ordinaires dans toutes les circonstances où l'œil a quelque mouvement à exécuter. Ils courbent moins les lignes droites vues obliquement, déplacent moins l'objet, et s'il est mobile, aident à le suivre plus facilement : ils seront éminemment utiles pour la chasse, la promenade, le spectacle, le billard, la lecture, le travail de copie, de bureau, etc. Cette vérité se trouve actuellement démontrée par l'expérience de ceux qui en ont fait un essai prolongé, et qui trouvent en général que ces verres sont *d'un effet plus doux* que les autres.

Parmi le grand nombre de personnes qui ont déjà essayé ces verres, presque toutes les ont trouvés supérieurs aux verres ordinaires, et il ne s'en est rencontré aucune qui les ait trouvés inférieurs. Mais comme quelques-unes n'ont pas paru y reconnoître de grandes différences, et que quelques autres pourroient être ten-

tées de craindre que l'avantage momentané qu'elles y trouvent ne soit pas durable, j'ai cru qu'il seroit utile d'expliquer la raison du peu de différence qu'ils présentent quelquefois au premier abord, et d'indiquer par la théorie ce que chacun doit en penser. Car, quand deux sensations produites par des causes non semblables sont trop foibles pour montrer une différence notable, il me semble qu'il faut appeler le raisonnement pour distinguer celle des deux qui peut être utile ou nuisible à la longue, et s'en tenir à celle qui est indiquée comme préférable, par une théorie fondée sur des principes de Physique rigoureusement démontrés.

Il est reconnu, en Physique comme en Anatomie, que depuis la cornée transparente, première enveloppe extérieure de l'œil, que traversent les rayons de lumière avant de passer par la pupille, jusqu'à la rétine ou la choroïde sur laquelle ils vont former les images, l'œil doit avoir une certaine profondeur pour voir distinctement les objets placés à une distance déterminée; mais si cette distance *diminue*, il faut que l'œil *s'alonge* pour voir toujours distinctement; il doit au contraire *s'accourcir* pour voir les objets *éloignés*. Quelque petits que soient ces mouvemens de l'œil, il doit les faire et les fait réellement pour voir à des distances variées. Il se trouve autour de ce globe des muscles qui lui font faire ces mouvemens aussi imperceptiblement pour nous que le sont tous les moyens par lesquels nos membres obéissent à notre volonté.

Il est également démontré en Physique, que quand des rayons parallèles à l'axe d'un verre lenticulaire traversent ce verre à quelque distance de cet axe ou de son centre, ils ont leur foyer plus près de ce verre que ceux qui passent par son centre. Cette propriété des verres sphériques est bien connue sous le nom d'*aberration de sphéricité*. Ce défaut devient encore plus considérable quand les rayons qui traversent un verre hors du centre le rencontrent obliquement. Cette obliquité produit alors des réfractions considérables qui tendent à déformer les images au fond de l'œil. On peut conclure de là que les verres de besicles, également convexes ou concaves, comme ils le sont d'ordinaire, sont plus forts, ou font l'effet de verres plus forts (d'un foyer plus court), quand on regarde par leurs bords, et de verres plus foibles (d'un foyer plus long), quand on regarde par leurs centres, effet fâcheux qu'il faut que l'œil répare par des contractions et une mobilité continuelles. On peut, sans aucun doute, attribuer à

cette flexibilité de l'œil la possibilité dont il jouit de se servir, jusqu'à un certain point, de verres bien ou mal travaillés, c'est-à-dire dont les surfaces s'éloignent plus ou moins de la forme sphérique, qui paroît seule devoir lui convenir, parmi celles que l'art peut former; mais on ne peut douter que cet exercice continuel ne le fatigue à la longue, et il ne faut pas s'arrêter, pour en juger, au peu de différence que l'essai passager de tel ou tel verre produit momentanément dans la sensation. Cette différence, au reste, sera d'autant moins sensible que l'œil sera plus flexible, et à cet égard il existe de grandes diversités dans les organes. Aussi remarque-t-on que les personnes qui ont l'œil moins flexible, et qui voient à des distances moins variées, sont celles qui s'aperçoivent le plus promptement de la supériorité des verres périscopiques sur les autres.

Il paroît donc raisonnable de conclure, 1° que les verres périscopiques recevant moins obliquement sur toute leur surface la lumière destinée à entrer dans l'œil, la lui transmettent plus régulièrement; 2° que l'œil est plus tranquille en les employant, qu'en faisant usage des autres, toutes les fois qu'il se meut dans son orbite; 3° que si l'on excepte les ouvrages qui exigent une parfaite fixité de la vue, il n'est point de cas où ces verres ne doivent être préférés aux verres ordinaires; 4° enfin, que la différence peut bien n'être pas aperçue d'abord, mais qu'elle existe réellement et doit influer à la longue sur la vue.

M. Wollaston a depuis appliqué à d'autres instrumens le principe périscopique qu'on pourroit appeler celui des *petites incidences* (1). Il a communiqué à la Société Royale de Londres les résultats qu'il avoit ainsi obtenus, et il les a exposés dans un Mémoire imprimé dans les Transactions philosophiques. Il indique d'abord un perfectionnement remarquable qu'il a fait à la chambre noire : on sait qu'un défaut important de cet instrument est de ne pas donner la même netteté pour les images qui se font dans l'axe et hors de l'axe du verre. M. Wollaston a substitué au verre biconvexe ordinairement employé, un verre ménisque avec une disposition particulière de la monture qui en assure le bon effet. Il

---

(1) Les angles d'incidence sont comptés à partir de la perpendiculaire à la surface au point d'incidence. Les angles d'incidence les plus petits sont ceux où le rayon incident se rapproche le plus de cette perpendiculaire. Cette petitesse contribue éminemment à la bonté des verres, en diminuant les réfractions et les dispersions que les rayons y éprouvent.

donne sur cette construction des détails assez étendus dont il profite pour prouver de nouveau la supériorité des verres périscopiques sur les verres ordinaires, dans l'emploi des lunettes ou besicles. Ce savant illustre a encore très-heureusement appliqué le principe des petites incidences aux microscopes simples. Il n'entre pas dans mon plan d'expliquer ici sa construction; je me bornerai à dire que j'en ai exécuté d'après lui, et qu'ils répondent parfaitement à l'idée avantageuse qu'en donne ce physicien célèbre. L'emploi de cette innovation sera utile aux botanistes et aux naturalistes.

Enfin, M. Wollaston a ajouté le perfectionnement périscopique à un autre instrument que les sciences lui doivent. C'est le *Camera lucida*, ou Chambre claire.

Peut-être quelques autres instrumens pourront encore recevoir quelqu'amélioration de l'emploi de ce principe. Mais je n'ai pas cru devoir différer davantage une instruction qui m'a été souvent demandée, sur la théorie et l'effet des lunettes périscopiques, dont je crois maintenant pouvoir avec certitude recommander l'usage, pourvu que le travail des surfaces des verres soit très-régulier, car dans ce genre, cette perfection est plus essentielle que dans tout autre. Il est nécessaire encore que les rayons des courbures soient bien choisis; car, comme le savent ceux qui ont quelque connoissance en Optique, un verre d'un foyer déterminé peut être fait sur une infinité de courbures différentes, lorsqu'on n'exige pas que ces courbures soient égales des deux côtés.

Il est peu d'invention utile qui n'ait trouvé quelques contradicteurs. Malgré la confiance que devoient naturellement inspirer les grandes connoissances et l'exactitude bien connue de M. Wollaston, malgré la facilité de faire des expériences sur le principe périscopique, il s'est trouvé en Angleterre même quelques personnes qui ont écrit contre son invention. J'ai lu avec attention ces lettres insérées dans le même Journal de Nicholson; mais on n'y trouve aucune application exacte des principes d'optique aux théories qu'on essaie de donner, et nulle conséquence dans les raisonnemens; on y voit des résultats d'expériences faussement indiquées; aussi M. Wollaston n'y a-t-il répondu qu'une seule fois.

Depuis la lettre de M. Biot au *Moniteur*, j'ai reçu beaucoup de réclamations sur l'ancienneté de cette invention, et il me paroît peu douteux que l'essai en a été tenté en France long-temps avant l'époque à laquelle ces lunettes furent connues en Angle-

terre. Il paroît même que quelques personnes, mais en très-petit nombre, en ont fait construire et s'en servent constamment. Pourquoi n'étoient-elles point l'objet d'une fabrique générale, puisque quelques opticiens en avoient fait, et puisque quelques personnes les préféroient aux lunettes ordinaires? Supposoit-on qu'elles ne pouvoient convenir qu'à certaines vues? Cependant la théorie et l'expérience d'un grand nombre de personnes prouvent aujourd'hui le contraire : quelle pouvait donc être la raison du peu de crédit qu'elles ont obtenu depuis l'invention, qu'on voudroit faire remonter à au moins trente ans? Je crois pouvoir la donner. D'abord, comme je l'ai dit, elles demandent à être très-bien travaillées, parce qu'elles emploient des courbes assez fortes et inégales; cela exige dans leur construction un peu plus d'art. Ensuite, dans les mille manières dont les verres peuvent être faits, celles-là seules peuvent réussir qui sont convenablement choisies. Quelques fabricans n'ont-ils pas pu se tromper dans le choix de leurs courbes et présenter en effet des lunettes peu supérieures aux verres ordinaires. C'est ainsi que j'ai vu des lunettes du genre périscopique qui, pour des foyers très-différens, avoient un côté constamment du même rayon, l'autre variant seul. Si dans la série de foyers qu'on faisait ainsi, quelques-uns avoient les conditions requises, les autres ne les avoient certainement pas, puisqu'il faut que chaque foyer ait les deux courbures qui lui sont les plus favorables. Enfin l'indifférence du public, qui avoit besoin d'être éclairé sur cette matière, a dû être pendant long-temps une raison suffisante pour ne point engager à s'occuper de ces recherches, ceux même qui étoient le plus en état de les bien faire, mais qui voyoient, ainsi que moi, qu'on se contentoit des lunettes ordinaires bien travaillées. Il n'en faut donc avoir que plus de reconnoissance pour M. Wollaston, qui, je crois, a prouvé le premier, par une dissertation publique, l'avantage qu'on pouvoit tirer des lunettes périscopiques. Pour moi, je suis très-convaincu que ceux qui feront usage de ces lunettes y trouveront *à la longue* des avantages très-sensibles; j'en ai pour garant une théorie approuvée par des savans distingués, et une expérience heureuse de six mois en France et de huit années en Angleterre.

EXPÉRIENCES
SUR L'ULMINE;

Par M. SMITHSON.

Traduit de l'anglais par M. VOGEL (1).

La subtance appelée aujourd'hui *ulmine*, a été découverte par le célèbre Klaproth, savant à qui chaque branche de la Chimie a la plus grande obligation.

Thomson, dans son Système de Chimie, a classé l'*ulmine* comme un principe végétal distinct, en raison de ses propriétés particulières et extraordinaires. Il rapporte que dans son état primitif, l'*ulmine* est très-soluble dans l'eau, entièrement insoluble dans l'alcool et dans l'éther, mais qu'elle change de nature lorsqu'on verse dans sa dissolution de l'acide nitrique ou oximuriatique; alors elle se convertit en une substance résineuse qui n'est plus soluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool. Cette altération singulière a été attribuée à une petite quantité d'oxigène qui se combine avec l'*ulmine*.

Possédant un peu de cette substance, qui m'avoit été envoyée de Palerme, il y a quelques années, par la même personne qui en avoit procuré à M. Klaproth, les particularités que je viens de rapporter me déterminèrent à l'examiner attentivement, et j'observai des faits qui semblent donner une étiologie différente des phénomènes annoncés, et déterminer une autre opinion que celle qui a été émise sur la nature de cette matière.

L'*ulmine* dont je me suis servi pour mes expériences, avoit été dépouillée des fragmens d'écorce, en la faisant dissoudre dans

---

(1) Voyez *the philosophical Magazine by Alexander Tilloch*, vol. 42, septembre 1813.

l'eau et en filtrant la liqueur ; j'ai fait ensuite évaporer la solution au bain-marie, jusqu'à siccité.

L'*ulmine* en masse paroît noire, mais en fragmens, elle est transparente et d'un rouge foncé. Sa solution, étendue d'eau, est jaune ; étant concentrée, elle est d'un rouge de sang foncé.

Lorsque la dissolution de l'ulmine s'évapore, soit spontanément, ou bien à l'aide de la chaleur, l'ulmine se sépare en filamens minces disposés en rayons vers le centre, qui se coulent et se détachent du vase. La portion fluide semble se réunir et se gonfler d'une manière sensible. La dissolution d'ulmine rétablit foiblement et lentement la couleur du papier de tournesol rougi par un acide.

L'acide nitrique étendu que l'on verse dans la dissolution d'ulmine, y forma sur-le-champ un précipité abondant. On filtra le tout. La substance qui avoit été regardée comme une résine, resta sur le filtre, et il passa une liqueur d'un jaune clair. Ce liquide donna par l'évaporation des cristaux prismatiques semblables au nitrate de potasse ; ils étoient colorés en jaune par un peu de résine. Ce résidu, chauffé dans une capsule d'or, détona avec violence et laissa une assez grande quantité d'alcali fixe.

L'acide muriatique affoibli produit le même phénomène, dans la dissolution d'*ulmine*, que l'acide nitrique, et le précipité est semblable à la substance résineuse désignée ci-dessus.

La liqueur filtrée fournit une quantité de matière saline qui, après avoir été débarrassée, par l'ignition, d'une portion de résine, cristallise en cubes, comme le muriate de potasse.

Les acides sulfurique, phosphorique, oxalique, tartarique et citrique occasionnent un précipité semblable dans la dissolution d'*ulmine*.

Le vinaigre distillé ne trouble pas sa dissolution. Le mélange étant évaporé à siccité, à l'aide d'une *douce chaleur*, étoit entièrement soluble dans l'eau ; mais lorsqu'il était porté à l'ébullition, il se décomposoit. Lorsque l'on verse de l'acide muriatique dans une dissolution d'ulmine faite par le vinaigre distillé, il se forme un précipité de la même manière que dans une dissolution aqueuse.

Les acides nitrique et muriatique enlèvent une petite quantité de chaux et de fer à l'ulmine, et peut-être même un peu de magnésie ;

gnésie; mais ces substances peuvent être considérées comme étrangères au mélange.

Pour déterminer la quantité de potasse contenue dans l'*ulmine*, 4 grains de cette dernière substance furent décomposés; ils produisirent 2.4 grains de matière résineuse. Le nitrate de potasse obtenu fut chauffé au rouge, dans un creuset de platine, pour lui enlever la résine. L'alcali produit fut saturé par l'acide nitrique, desséché et légérement détoné. Ce résidu pesoit 1.2 grains.

En admettant dans le nitre la moitié de l'alcali, l'*ulmine* contiendroit $\frac{15}{100}$ de potasse. Cinq grains d'*ulmine* ont été décomposés au moyen de l'acide muriatique. La matière résineuse pesoit 3.3 grains, et le muriate de potasse, après avoir été chauffé au rouge et redissout pour en séparer le charbon, pesoit, étant desséché et rougi, 1.4 grains. En adoptant que le muriate contient $\frac{2}{3}$ d'alcali, ceci indiqueroit $\frac{19}{100}$ de potasse dans l'*ulmine*.

Deux grains d'*ulmine* ont été chauffés au rouge dans un creuset d'or. Le résidu pesa 1.05 grains; la forme des flocons n'était pas changée, mais ils avoient pris les couleurs irisées de l'acier chauffé et son éclat métallique; il étoit difficile de les distinguer, au premier coup-d'œil, de la limaille d'acier ou de petits fragmens de ressorts de montre. L'eau détruit sur-le-champ son apparence métallique.

L'acide muriatique occasionne une vive effervescence et forme du muriate de potasse, qui, étant rougi et après la séparation de toute matière charbonneuse, pèse 0.6 grains, ce qui répond à $\frac{20}{100}$ de potasse dans l'*ulmine*.

Ces expériences indiquent à peu près $\frac{1}{5}$ de potasse dans l'ulmine; mais comme il est impossible d'opérer sur une si petite quantité sans éprouver quelque perte, il est probable que la potasse excède la proportion donnée.

La substance séparée de l'ulmine, au moyen des acides, a les propriétés suivantes :

Elle est très-éclatante et d'un aspect résineux.

En masse, elle paroît noire, et en petits fragmens elle est transparente et rouge.

Elle brûle avec flamme et laisse une cendre blanche.

L'alcool la dissout en petite quantité.

L'eau en dissout de même une petite proportion. Les acides occasionnent dans cette dissolution aqueuse un précipité, quoique la matière résineuse ne parût plus contenir de l'alcali, et les acides employés pour l'obtenir n'en retenaient pas.

Cette dissolution aqueuse semble rougir le papier de tournesol. L'ammoniaque et le carbonate de soude ne favorisent point sa dissolution dans l'eau.

En ajoutant une petite quantité de potasse à l'eau dans laquelle la substance est délayée, elle se dissout promptement et en abondance. Cette solution a toutes les propriétés de celle de l'*ulmine*; elle laisse après l'évaporation une matière cassante se détachant du verre et qui n'attire pas l'humidité de l'air.

Il paroît, d'après cela, que l'*ulmine* n'est pas un principe particulier des végétaux, mais plutôt une combinaison de la potasse avec une matière jaune rougeâtre, laquelle doit être rapportée aux extractifs résineux, si elle n'est pas une espèce *sui generis*.

De l'Ulmine d'Angleterre.

J'ai recueilli d'un orme, dans les jardins de Kensington, une petite quantité d'une substance noire, luisante, qui ressembloit à l'*ulmine*.

Elle étoit facilement soluble dans l'eau, et sa dissolution étoit, pour la couleur et l'aspect, parfaitement semblable à celle de l'ulmine.

Cette dissolution, évaporée à siccité au bain-marie, laisse une matière analogue à l'ulmine; néanmoins elle ne s'attache pas contre un verre de montre, en longues stries, comme le fait l'espèce de Sicile; mais ceci peut être dû en partie à la petite quantité étendue en couches minces contre le verre, ou bien parce qu'elle contenoit un excès très-considérable d'alcali; car elle diffère de l'ulmine de Palerme, en ce qu'elle se ramollit à l'air, et sa dissolution rétablit promptement la couleur du papier de tournesol rougi par un acide.

L'acide nitrique occasionne un précipité dans la dissolution d'ulmine; la liqueur, filtrée et évaporée, donne beaucoup de cristaux de nitrate de potasse.

L'ulmine d'Angleterre fait une effervescence considérable avec l'acide acétique, ce qui n'a pas lieu avec celle de Palerme. Cette dissolution, avec excès d'acide acétique, évaporée à siccité, fut lavée avec l'alcool, à plusieurs reprises.

Le résidu brun, insoluble dans l'alcool, se dissout avec facilité dans l'eau. Ce liquide ne rétablit pas facilement la couleur du papier de tournesol rougi.

Évaporée à siccité, la matière ne se détache pas aussi bien des parois du verre, que l'*ulmine* de Palerme qui a été traitée par l'acide acétique; mais elle ne semble plus s'humecter à l'air. Redissoute dans l'eau, l'acide nitrique y forme un précipité abondant.

L'alcool contient une quantité d'acétate de potasse.

L'excès d'alcali dans l'*ulmine* d'Angleterre, peut être dû à l'arbre qui l'a produit; cet arbre étoit malade d'un ulcère alcalin auquel l'orme est sujet.

De la sève de l'Orme.

J'ai pensé que la production de l'*ulmine*, par le végétal, n'étoit pas due à la maladie, et qu'elle pouvoit exister pareillement dans la sève provenant de l'arbre sain. Un morceau de branche d'orme fut cueilli au commencement de juillet dernier. Je l'ai coupé menu et fait bouillir dans l'eau; il en résulta une décoction brune, semblable à celle de l'ulmine. Évaporée à siccité, il resta une substance d'un brun foncé, semblable à l'ulmine. En y ajoutant de l'eau, une grande quantité de matière brune, glutineuse, résistait à l'action de ce menstrue. La liqueur filtrée qui devoit contenir l'ulmine, passoit claire et jaune; mais sa quantité étoit trop petite pour en tirer des conséquences satisfaisantes.

Il est possible que le vieux bois, dont la sève est plus parfaite, donne d'autres résultats, puisque l'ulmine paroît être le produit des vieux arbres; mais cette recherche étant purement accessoire à l'objet que j'avois d'abord en vue, je ne l'ai pas continuée.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.



De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET D'HISTOIRE NATURELLE.

MAI AN 1814.



MÉMOIRE

SUR QUELQUES-UNES DES COUCHES QU'ON REMARQUE AUX ENVIRONS DE LONDRES, ET SUR LES FOSSILES QU'ON Y TROUVE. (*Transact. de la Société Géologique de Londres.*)

PAR M. PARKINSON.

EXTRAIT.

« L'ÉTUDE des débris organiques fossiles, dit l'auteur, a été jusqu'à présent dirigée trop exclusivement vers la considération des échantillons eux-mêmes ; mais nous la considérerons ici géologiquement.

» En comparant les coquillages fossiles avec leurs analogues vivans, on découvre en même temps de grandes ressemblances et des différences frappantes. Dans certains cas, les caractères du genre diffèrent essentiellement; mais pour l'ordinaire ils sont presqu'identiques, tandis que les caractères de l'espèce s'accordent très rarement, excepté lorsque la période de l'existence du fossile paroît avoir été comparativement récente. Quant à l'homme, qui

forme un genre à lui seul, on n'a pas d'exemple bien constaté de ses débris, à l'état fossile.

» Le naturaliste a appelé l'analyse chimique à son aide, pour expliquer l'état de conservation parfaite qu'on remarque dans les restes fossiles de corps organisés avec une délicatesse extrême, et qui auroient dû être très-promptement décomposés lorsqu'ils ont cessé de vivre. On a appris aussi comment ces monumens si fragiles et si intéressans de l'ancien monde ont été conservés. Quelques-uns ont été imprégnés de sucs calcaires, d'autres de matière siliceuse, d'autres enfin, de sulfures de fer ou de cuivre.

» Mais ces restes, quoiqu'importans, ne peuvent pas être considérés en eux-mêmes comme ajoutant beaucoup à nos connoissances sur la formation et la structure de la terre. Pour en tirer quelqu'instruction utile, il faut lier leur étude avec celle des diverses couches dans lesquelles on les trouve ensevelies.

» L'examen ainsi dirigé nous a appris les faits suivans, éminemment instructifs : que l'on trouve des fossiles exactement semblables dans des parties éloignées d'une même couche, non-seulement là où elle traverse cette île, mais là où elle reparoît sur la côte opposée.

» Que dans des couches dont la profondeur comparative est considérable, on trouve des fossiles qui ne se rencontrent dans aucune des couches supérieures.

» Que certains fossiles qui abondent dans les couches les plus basses, se trouvent en quantité successivement moindre dans les supérieures, et finissent par disparoître tout-à-fait dans les plus récentes.

» Que d'autres fossiles, très-communs dans une certaine couche, deviennent tout-à-coup très-rares dans la portion adjacente de la couche superposée, et disparoissent ensuite.

» Que des fossiles d'un certain genre particulier, qui sont en grand nombre dans les couches inférieures, et qu'on trouve encore dans quelques-unes des couches superposées, ne se voient plus dans les trois dernières ; tandis que l'une des espèces de ce genre, qu'on n'a point encore trouvée à l'état fossile, existe dans nos mers.

» Enfin, que la plupart des coquillages qu'on trouve en quantité dans les couches supérieures, ne se rencontrent jamais dans les inférieures.

» Ces faits principaux, bien établis, nous donnent lieu d'espérer que la géologie recevra un secours essentiel de l'examen des fossiles, joint à celui des couches auxquelles ils appartiennent. »

Après avoir ainsi esquissé à grands traits les conséquences générales de sa recherche, l'auteur passe aux détails.

« Toute notre île, dit-il, montre avec évidence que sa stratification a éprouvé des dérangemens considérables, par l'effet de quelque force également mystérieuse et prodigieuse. Cette force a plus ou moins disloqué et déplacé toutes les couches connues, jusqu'à la plus grande profondeur à laquelle on ait pénétré. Dans quelques endroits ces couches ont été tellement soulevées, que quelques-unes des plus basses sont arrivées à la surface, tandis que des portions d'autres couches, jusqu'à une profondeur et dans une étendue considérable, ont été tout-à-fait enlevées. Ces circonstances produisent beaucoup de difficultés et de confusion dans l'examen des couches supérieures; cependant la contrée qui environne la métropole, et sur laquelle elle-même repose, est celle de toutes qui a été le moins dérangée, et dans laquelle, par conséquent, les couches peuvent être étudiées avec le moindre risque d'équivoque. »

On voit rarement dans les régions voisines de Londres ces véritables fossiles d'alluvion, si communs ailleurs, et qui ont été détachés par les eaux, des bancs primitivement supérieurs, ou soulevés.

L'auteur considère la couche de sable, de gravier et de glaise sableuse tantôt mélangés intimement, tantôt interposés, qui compose la partie supérieure ou la plus récente du sol, comme étant, non un terrain d'alluvion, mais le dépôt tranquille d'un océan préexistant.

Les sables de cette formation varient en couleur depuis le blanc, qui est le plus rare, jusqu'au rouge orangé. Les particules de ces sables, observées à la longue, présentent deux apparences différentes, selon qu'ils appartiennent à des couches distinctes, ou qu'ils sont mêlés avec le gros gravier. Dans le premier cas, elles sont transparentes, la plupart anguleuses, quelques-unes arrondies et sans fracture apparente, et ressemblant tout-à-fait à un dépôt cristallisé. Dans le second cas, les molécules isolées sont opaques pour la plupart, diversement colorées, et on y remarque des dépressions et des saillies de forme conchoïde, qui sont le résultat de fractures.

On trouve quatre espèces dans ces cailloux :

1o. Différens fragmens de jaspes, de grès, de quartz blanc, demi-transparent, et d'autres roches. Ils ont acquis en général des surfaces polies et arrondies par le frottement. On n'y aperçoit aucune trace d'organisation, sauf dans les cas très-rares où le fragment observé est d'un bois pétrifié siliceux. Les cailloux roulés de quartz blanc donnent, lorsqu'on les frotte ensemble, une lumière blanche et une odeur électrique.

2o. Des cailloux siliceux de forme ovoïde et aplatie, ordinairement recouverts d'une croûte, l'intérieur quelquefois tacheté, d'autres fois en couches concentriques. On peut distinguer dans plusieurs des traces d'organisation, des empreintes d'anomies, de pointes d'échinites, et des restes d'alcyonia dans ceux qui sont presque transparens. Ces impressions, quoiqu'à la surface du caillou, ne sont nullement effacées, et leur état montre que le caillou n'a point roulé, mais qu'il a été formé au fond de l'océan, du vivant de l'animal, et par une opération chimique particulière. Cette conjecture est rendue plus probable par l'observation faite, qu'on rencontre dans certains cantons des cailloux qui se ressemblent par les mêmes caractères, et qui ont probablement été formés à la même époque et dans le même lieu. L'auteur en cite des exemples dans les comtés d'Essex et d'Hereford.

3o. De gros cailloux tuberculeux, ou plutôt branchus, qui ressemblent un peu à ceux qu'on trouve dans la craie, mais qui en diffèrent, non-seulement par la couleur presque toujours brune de leur croûte, mais surtout par les traces d'organisation intérieure qu'on y remarque, et qui appartient à l'alcyonia.

4o. Des cailloux qui doivent leur forme à des animaux marins de genres inconnus, mais rapprochés de l'alcyonia, et qui ont été imprégnés de sucs siliceux; on y retrouve non-seulement la figure, mais l'organisation intérieure de ces animaux; et comme on les trouve réunis en quantité considérable, on peut en conclure que ces animaux ont été pétrifiés tandis qu'ils habitoient cette partie du fond de l'ancien océan qui constitue la couche dans laquelle on les trouve, c'est-à-dire, dans les carrières de gravier de Hackney, Islington, etc., autour de Londres.

On trouve souvent dans ce gravier des moules d'échinites qu'on a cru généralement sortis de la craie par alluvion. L'auteur leur attribue une origine différente. Ils sont encroûtés de fer, et leur forme est grossière et tourmentée. On n'y voit jamais de spath

calcaire adhérent, comme on en trouve sur les alcyonites originaires de la craie. Il tire encore d'une autre circonstance, à laquelle on n'a point fait assez d'attention, la preuve que ces couches de sable et de gravier sont un dépôt océanique, c'est qu'on trouve dans certains endroits, à la partie supérieure de ces couches, des coquillages fossiles, dont l'absence ailleurs peut être attribuée à des érosions conséquentes.

On trouve ces coquillages fossiles marins répandus sur une étendue considérable. Les plus rapprochés de Londres se voient à Walton-Nase, pointe de terre située environ à seize milles S.-E. de Colchester. Il y a là un promontoire élevé de plus de 50 pieds sur le niveau de la haute mer : ce promontoire est composé, sous 2 pieds de terre végétale, d'un banc épais de 20 à 30 pieds de coquilles mêlées de sable et de gravier, suivi d'une couche de 12 à 15 pieds de glaise bleue. Le promontoire de Harwich, au-delà du Nase, est constitué de même. Ces bancs sont mélangés de bivalves et de turbinites, et situés sans ordre apparent, tantôt plus haut, tantôt plus bas, dans la section du promontoire, et entremêlés de lits de gravier. Les coquilles ne sont pas rangées dans les couches, mais entassées çà et là, en masse, un peu friables, et cimentées par des fragmens et du sable rougeâtre.

La rivière Stour, qui sépare la côte d'Essex de celle de Suffolk, coupe tous ces bancs; mais ils reparoissent au-delà et occupent une étendue de quarante milles au moins, en longueur. Les coquillages y sont quelquefois confusément mélangés; d'autres fois, disposés de manière que leur réunion en nids d'une même espèce, semble indiquer qu'ils occupent le lieu où ils ont vécu. On peut surtout faire cette remarque sur les petits pectinites, les mactres, les murex tournés à gauche, etc.

D'après l'état de conservation parfaite dans lequel on trouve un grand nombre de ces coquillages, on a hésité à les considérer comme véritablement fossiles. L'auteur remarque pourtant que beaucoup de corps marins, indubitablement fossiles, sont encore moins altérés que ceux-là. Le plus grand nombre d'entre eux ne diffère pas essentiellement des analogues vivans dans l'océan voisin; on n'en voit que bien peu dont les espèces soient perdues, ou ne se retrouvent que dans des mers éloignées. Parmi les premiers, l'auteur indique une térébratule, qu'il désigne par l'épithète de *spondylites;* une huître, qu'il croit être l'*ostrea deformis* de Lamarck; et une volute, longue de près de 4 pouces, dans laquelle la spirale fait six tours, dont le dernier occupe deux

tiers du coquillage; l'état des échantillons ne permet pas d'observer la lèvre. Le *murex contrarius* de Linné est ici très-abondant, et on ne ne l'a pas encore trouvé dans d'autres bancs en Angleterre. On a prétendu que l'analogue vivant se trouvoit dans les mers voisines; l'auteur le nie. Il nomme ensuite vingt-trois espèces de coquillages fossiles de ce banc, dont la ressemblance avec les analogues vivans est assez prononcée pour mériter une attention particulière.

On trouve dans ce même banc, parmi le gravier et les corps marins, des fragmens d'os fossiles qui présentent quelques singularités remarquables. Leurs dimensions ordinaires sont 1 pied de longueur sur 2 pouces de large et demi-pouce d'épaisseur; ils ont toujours cette forme aplatie, et on voit à leur surface de légères crénelures; ils sont bruns, quelquefois verdâtres, à cause du fer dont ils sont imprégnés, et qui leur donne beaucoup de poids et de solidité; ils paroissent s'être polis en roulant, et, lorsqu'on les frappe d'un corps dur, ils rendent un son aigu comme celui d'une cloche. On les trouve fréquemment sur la plage, à Walton, et surtout à Harwich. On a ramassé sur cette dernière grève, il n'y a pas long-temps, une dent de mammouth (mastodon de Cuvier), qui a été montrée à la Société Géologique; sa couleur et toutes ses apparences indiquoient qu'elle avoit appartenu à la couche qui renferme les os dont on vient de parler: elle avoit encore une partie de son émail.

Le *banc de glaise bleuâtre* suit immédiatement celui de sable et de gravier qui vient d'être décrit. Cette glaise est ferrugineuse, et sa profondeur passe 200 pieds. Près de sa surface supérieure, sa couleur est brun jaunâtre, tout le reste est gris foncé bleuâtre tirant sur le noir; on y remarque de fréquentes séparations dans toute son épaisseur, et elle renferme des fossiles particuliers. La différence de couleur de haut en bas est due à la quantité relative du fer, qui est plus considérable dans les couches inférieures, où l'eau le charie toujours. Les tuiles, ou briques, qu'on en fait varient aussi en couleur, depuis le rouge foncé au jaune clair, selon la partie qu'on y emploie.

Les cloisons ou divisions sont disposées horizontalement, à distances inégales, en couches presque régulières. On y trouve souvent des fragmens de bois percé par les térébratules, les nautilites, etc.; et on voit fréquemment ces matières coupées par des veines de carbonate de chaux.

On trouve cette couche de glaise non-seulement là où le dépôt

de sable et de gravier lui est superposé, mais dans d'autres endroits où il n'existe plus. A Shepey, les collines abruptes de cette glaise ont environ six milles de longueur, et les parties les plus élevées, qui ont environ 90 pieds de haut, s'étendent à plus de quatre milles et s'abaissent par degrés à l'est et à l'ouest.

Les fossiles de cette couche, les mêmes que ceux de Shepey, ont été décrits avec soin. M. Jacobs en a joint un catalogue à ses *Plantæ Tavershamienses*, et le docteur Parsons a décrit, dans le tome L des *Transactions philosophiques*, plusieurs des fruits fossiles qu'on y découvre. Le docteur Solander a donné la description scientifique des fossiles du Hampshire, dans les *Fossilia Hantonensia* de M. Brander, accompagnée de figures très-bien dessinées.

On a reconnu seulement depuis peu d'années l'identité du banc de Shepey et de celui du Hampshire, en creusant dans cette même couche de Kew, où l'on a trouvé la plupart des fossiles que l'on croyoit particuliers à Shepey, comme aussi ceux qu'on croyoit n'appartenir qu'au Hampshire. Plus récemment encore, cette identité a été plus complètement prouvée, en creusant dans un monticule du coteau de Highgate, au nord de Londres, où l'on a trouvé mêlés ensemble et en grande quantité, les crabes et les nautites de Shepey, avec le *Strombus amplus* de Solander (*Rostellaria macroptera* de Lamarck).

« En examinant ce banc, dit l'auteur, on est d'abord frappé de ce fait curieux, que certains débris organiques sont particuliers à certains dépôts. On ne trouve dans la glaise bleue que bien rarement les coquillages qui existent en quantité dans le banc de gravier. Dans cette dernière couche, la très-grande pluralité des coquillages fossiles ressemblent tout-à-fait à ceux qu'on retrouve à présent vivans dans des mers très-distantes. Mais dans le banc de glaise, il n'y a qu'un très-petit nombre de coquillages qu'on y trouve, qui appartiennent aux mers d'Europe, et la presque-totalité ne reconnoît nulle part d'analogues vivans. »

Mais, quoique ce banc de glaise contienne des fossiles d'une date bien plus ancienne que ceux du banc de gravier, d'autres indices montrent qu'il est d'une formation comparativement moderne. On n'y trouve aucun des restes des fossiles dont les analogues sont perdus, comme les cornes d'ammon, les encrinites, etc. On n'a trouvé aucun de ceux-ci, ni à Kew, ni à Highgate; et si l'on a rencontré dans ce banc, comme le dit M. Jacobs, une bélemnite imparfaite et unique, et quelques astroïtes, il est pro-

bable que c'étoit là des coquillages d'alluvion plus anciens, logés par accident dans la couche où on les a trouvés, possibilité à laquelle il faut toujours avoir égard dans l'observation ; comme aussi à la chance, que dans deux bancs contigus ou limitrophes, les coquillages de l'un se trouvent mêlés à ceux de l'autre, dans le voisinage du plan de séparation.

La quantité de fruits, de semences ligneuses et de baies qu'on a trouvée dans le banc de glaise à Shepey, est prodigieuse. M. T. Crow, de Feversham, a formé une collection de sept cents échantillons de ces fossiles, dont aucun n'est à double, et dont un très-petit nombre ressemble aux analogues végétaux connus. On a retrouvé les mêmes fossiles, mais en quantité beaucoup moindre, sur la côte opposée d'Essex. On en a découvert encore, dans la partie de ce banc qui a été examinée à Kew. On a aussi trouvé à Highgate et à Shepey une matière résineuse, très-inflammable, de couleur brun foncé, et qui, lorsqu'on la frotte, donne une odeur particulière. Sa cassure, tout-à-fait résineuse, feroit croire qu'on la trouve telle qu'elle a toujours existé; d'autre part on en trouve des échantillons qui sont pénétrés de sulfure de fer.

Cette couche reçoit un haut degré d'intérêt d'une circonstance particulière : c'est de ce qu'il paroît que sa surface a dû servir de résidence à des quadrupèdes dont on ne retrouve plus de vestiges dans aucune des nombreuses couches inférieures observées en Angleterre. M. Jacobs rapporte qu'on a trouvé à Shepey les restes d'un éléphant. On a également tiré du banc creusé à Kew des ossemens d'éléphant, de cerf et d'hippopotame. A Walton en Essex, outre des ossemens de ces derniers animaux, on a trouvé des restes de rhinocéros, et de l'élan fossile d'Irlande.

Ce n'est pas précisément dans l'épaisseur du banc de glaise bleue qu'on trouve ces ossemens; ils paroissent plutôt avoir été déposés à la surface des enfoncemens qui ont eu lieu dans certaines parties de ce même banc. Ainsi les restes de l'éléphant, dont parle M. Jacobs, n'étoient pas dans la masse du monticule, mais au-dessous, à quelque distance. Les ossemens de quadrupèdes qu'on trouve en Essex sont ensevelis un peu au-dessous de la surface, au niveau des marais qui ne sont élevés au-dessus de la mer que d'un petit nombre de pieds.

Voici l'ordre des substances trouvées dans la fouille faite à Kew. 1° Le banc de sable et gravier; 2° une couche de terre calcaire presque pure, d'épaisseur variée depuis un pied jusqu'à neuf; 3° une couche de quelques pieds de gravier mêlé d'eau; 4°. le

banc

banc profond de glaise bleue. C'est au fond de la couche de sable et gravier qu'on trouva les os de l'hippopotame, du daim et de l'éléphant, mais non dans la région où le banc calcaire ne s'étendoit pas. On y trouva aussi un nombre considérable de petits coquillages, en apparence fluviatiles, et au fond, des coquilles de limaçons. « Ne sembleroit-il pas, dit l'auteur, que la première apparition, ou la création des quadrupèdes, a eu lieu sur le sol de cette couche, alors sèche, et qu'ils ont été enveloppés sur la place par cette même mer, qui déposa sur elle les bancs de gravier sous lesquels elle est actuellement ensevelie ? »

Couches interposées entre la glaise et la craie. Il n'existe malheureusement aux environs de Londres qu'un petit nombre de fouilles assez profondes pour fournir des notions bien exactes sur les couches inférieures à la glaise. On remarque des différences considérables dans l'épaisseur de ces couches et dans la disposition de leurs ingrédiens. Entre Greenwich et Woolwic, sur la rive droite de la Tamise, on trouve sous la glaise une couche de sable d'épaisseur variée, qui repose immédiatement sur la craie. On l'appelle le *sable de Blanckheath* (du nom de la colline voisine); on y rencontre souvent un banc de grès pétro-siliceux qu'on nomme *grey-weathers*.

On retrouve, sur le sommet d'un monticule à New-Charlton, quelques traces de la partie inférieure du banc de glaise bleue; elle y est recouverte par l'épaisseur d'un pied de terre végétale. La glaise n'a elle-même que 2 pieds d'épaisseur, et on ne la trouve qu'au sommet de quelques-uns de ces monticules qui rendent la surface de ce district très-irrégulière. On rencontre dans cette glaise des huîtres de diverses formes; quelques-unes ressemblent assez aux espèces actuelles, d'autres sont plus longues et un peu convexes. On y voit encore quantité de *cerithia*, de *turritellœ* et de *cythereœ* (Lam.); tous ces coquillages sont extrêmement friables et paroissent appartenir strictement à la couche inférieure; mais s'étant trouvés dans la partie supérieure à cette couche, ils se sont trouvés enveloppés dans la portion de la glaise qui s'est déposée la première.

Immédiatement sous la glaise on trouve une couche de 3 à 4 pouces d'épaisseur, et les coquillages précédens logés dans une masse de matière calcaire, qui est le résultat de leur décomposition. Au-dessous il y a de nombreuses couches alternantes de coquilles, de marne et de petits cailloux, dans une épaisseur de 12 à 15 pieds. Ces coquillages sont les mêmes qu'on a indiqués

tout-à-l'heure; mais on les trouve rarement entiers, et lorsqu'ils le sont, on ne peut guères les sortir tels de leur gangue, tant ils sont friables. Quelques-unes de ces couches sont presqu'entièrement composées de fragmens; et d'autres, de la matière de ces coquillages réduite à l'état pulvérulent.

Les petits cailloux sont presque tous de forme ovoïde; on en trouve beaucoup de veinés; mais ils diffèrent de ceux de la couche supérieure, en ce qu'on les trouve rarement rompus, en ce qu'ils offrent rarement de grosses masses branchues, et parce qu'on n'y remarque aucune trace d'organisation. Il y en a un grand nombre qui passent à un état de décomposition, ce qui leur donne à quelques égards l'apparence d'avoir été soumis à l'action du feu. On trouve partout, entremêlés avec ces cailloux, des petits fragmens de coquillages.

Au-dessous de la couche de cailloux on en rencontre une de 10 pieds d'épaisseur, de sable fauve clair, sous lequel se trouve un banc de sable blanc épais d'environ 35 pieds, et qui repose immédiatement sur la craie.

A environ un mille au sud-est, à Plumstead, on a fait une fouille dans laquelle on trouvait les fossiles beaucoup mieux conservés qu'à New-Charlton. Mais la couche est devenue si mince, à mesure qu'on l'a exploitée, qu'elle a presque disparu. On trouve là non-seulement tous les coquillages précédemment indiqués, mais des échantillons assez bien conservés du *Calyphrœa treachiformis* (Lam.) *Trochus apertus* (Brander.). Il y a aussi des *Arcœ glycemeres*, des *Arcœ naticœ*, et beaucoup de petits coquillages bien conservés. Tous ces fossiles paroissent avoir perdu la matière animale qui entrait dans leur composition; et, comme aucun suc consolidant ne lui a été substitué, ils sont extrêmement fragiles. Lorsqu'on les examine à la loupe, on voit que dans la plupart des échantillons il ne reste rien de leur surface primitive, et que leur surface actuelle est toute couverte de petites dépressions occasionnées par le contact des grains de sable, tandis que la coquille étoit ramollie. On fait surtout cette remarque dans les *cyclades*, où cet accident cache le caractère particulier de la charnière. Dans un nombre de ces derniers, originaires de l'île de Wight, il paroît que les dents latérales sont crénelées un peu comme celles de la *mactra solida*, dans la couche de gravier. Mais l'état des *cyclades* de Plumstead ne permet plus ces observations de détail.

Les fossiles de cette couche sont évidemment les mêmes que

MM. Lamarck et Defrance ont trouvés au-dessus de la craie, à Grignon, Courtagnon, etc., et on vient de voir qu'ils existent aussi dans l'île de Wight. On retrouve fréquemment le même banc à l'est et au sud de Londres.

On rencontre dans la plaine élevée près de Crayford, environ quatre milles à l'est de Charlton, de longues huîtres convexes, semblables à celles qu'on a désignées tout-à-l'heure. Environ deux milles au-delà, dans la paroisse de Stone, on trouve le *cockleshell-bank*, ainsi nommé à cause de l'immense quantité de petits coquillages qu'il renferme. On y trouve les cyclades, qui, d'après M. J. Latham, ressemblent un peu à la *Tellina cornea* (Linn.). On y trouve aussi une espèce de *Cerithium*, et une autre de *Turitella*. Tous ces coquillages sont si voisins de la surface du sol, que la charrue les met souvent en évidence. On les a trouvés aussi à Dartfort, à Bexley et à Bromley, au sud.

Près de ce dernier village on trouve, à la surface du sol, une pierre composée de coquillages d'huîtres encore adhérentes aux cailloux qui les touchoient dans leur état de mollesse, et toutes semblables à celles de Plumstead et de Charlton. C'est une sorte de poudding grossier formé de coquillages et de cailloux liés par un ciment calcaire. On trouve dans le voisinage une carrière de cette pierre, et l'on y voit que cette couche a été déplacée, car elle plonge sous un angle de 45 degrés.

On a découvert à Feversham, au-dessus de la craie, une couche de sable brun foncé, agglutiné par un ciment siliceux et mêlé d'un peu d'argile. M. F. Crow a trouvé dans cette couche, peu exploitée jusqu'à présent, des échantillons du *Strombus pes pelicani*, et une espèce de *Cucullæa* qui ressemble beaucoup à celle qu'on trouve dans les carrières de pierre à aiguiser, à Blackdown.

On trouve souvent au-dessus de la chaux des nids d'argile plastique. Il y en a de couleur jaune qu'on emploie dans les poteries communes; on en trouve aussi de blanche ou grisâtre qu'on emploie à des objets plus fins. On trouve dans l'île de Wight deux variétés d'argile blanche dont on fait des pipes. On en tire aussi sur les bords de la Medway, qui sert aux poteries ordinaires. Enfin, on trouve à Cheam, près d'Epsom en Surry, une argile fine, de couleur cendrée presque blanche, qu'on emploie dans les fabriques de belles faïences.

Le banc supérieur de craie mêlée de silex suit immédiatement

la couche coquillière précédente. Le banc est d'une immense épaisseur; il est quelquefois coupé à pic sur les bords de la mer, où il forme des escarpemens de plus de six cent cinquante pieds de haut, sur la côte sud-est de l'île. Ce banc règne à peu près dans toute la partie de l'Angleterre qui se trouve au midi, d'une ligne qu'on mèneroit de Dorchester, dans le comté de Dorset, à Flarmboroughhead, dans celui d'Yorck.

On trouve dans ce banc une quantité considérable de silex en noyaux irréguliers disposés en couches parallèles entre elles, et à des filons continus de la même matière, qui n'ont quelquefois pas plus d'un demi-pouce d'épaisseur. La craie renferme un sable fin qu'on peut en séparer par le lavage.

Les fossiles qu'on rencontre dans cette couche lui sont presque tous particuliers, et on en trouve très-peu de la même espèce dans les autres : ils se rapportent tout-à-fait à ceux trouvés dans la craie en France par MM. Defrance, Cuvier et Brongniart. Ces naturalistes y ont reconnu cinquante espèces, mais ils n'en ont encore décrit qu'une partie. L'auteur va les comparer avec les fossiles qui paroissent leur correspondre dans la partie anglaise du même banc. Il en désigne ensuite d'autres qui n'ont pas encore été indiqués comme existant dans les environs de Paris.

On trouve dans la couche française les objets suivans :

Deux *Lituolites*. On n'a pas encore désigné ce genre comme ayant été trouvé dans les craies d'Angleterre; mais peut-être celles-ci n'ont-elles pas encore été observées avec assez d'attention.

Trois *Vermiculites*. On avoit considéré comme appartenant à ce genre, un coquillage représenté tome III, planche VII, *fig.* 2, des *Organic remains* de M. Parkinson; mais en le débarrassant bien de la craie et en ouvrant plusieurs échantillons, on a trouvé que c'étoit une coquille chambrée et adhérente; sans cette circonstance, on l'auroit certainement prise pour un vermiculite. On pourroit être autorisé à en distinguer deux ou trois espèces, d'après les diverses formes de la partie spirale de ce fossile.

Des *Bélemnites*. D'après M. Defrance, ces fossiles sont différens de ceux qui accompagnent les *ammonites* de la pierre calcaire compacte. Les bélemnites de la craie anglaise sont plus petites que celles de la pierre calcaire; elles sont aussi plus étroites et plus alongées. Au demeurant, il seroit possible que M. Defrance eût pris pour des bélemnites des pointes d'*échinites*, qui souvent leur ressemblent beaucoup; et si l'on n'est pas à portée de com-

parer entre eux des échantillons parfaits de ces deux genres, on peut aisement s'y tromper. Mais les caractères indiqués par ce naturaliste suffisent pour établir une correspondance marquée entre les fossiles de France et d'Angleterre dans les couches analogues.

Fragment d'un coquillage épais, de structure fibreuse. Les doutes mis en avant par le conchyliologiste français, sur la nature de ce fossile, et les observations dont il a été l'objet, offrent encore un autre point de rapprochement entre ceux des deux pays dans la même couche. Celui en question est probablement le même qu'on voit représenté tome III, planche V, *fig.* 3, des *Organic remains*, dont la structure ressemble tout-à-fait à celle décrite comme appartenant au fossile de France. Il est pourtant décrit comme de forme tubulaire; et il est à propos d'observer que les *pinnes* fossiles présentent quelquefois cette structure particulière.

Un *Muscle.* Ce fossile n'a point encore été découvert dans les bancs de craie en Angleterre.

Deux *Huîtres.* On trouve dans les carrières de craie du comté de Kent, au moins trois espèces qui appartiennent à ce genre. L'une ressemble beaucoup, pour la forme, à l'*ostrea edulis,* mais elle n'a qu'environ un quart du volume de celle-ci. Une autre, plus petite, se trouve, d'après la forme dentelée de son bord, appartenir à la famille des *crêtes de coq.* La troisième est encore plus petite; elle n'a pas un demi-pouce de long, et elle est crénelée des deux côtés de la charnière.

Une espèce de *Pectinite.* Il y a dans les craies d'Angleterre, deux ou trois espèces de ce fossile, sans parler d'un coquillage à longues et minces pointes, qu'on pourroit fort naturellement classer avec les pectinites.

Un *Crania* (*Anomia craniolaris.* Linn. *Crania personata.* Lam.). On n'a pas vu ce fossile dans les craies anglaises, et il est difficile à reconnoître, à moins que le hasard n'ait bien déployé la valve inférieure.

Trois *Térébratules.* On trouve souvent dans les craies d'Angleterre la *T. sulcata,* et une autre qui se rapporte à l'*Anomia terebratula.* Linn. On y rencontre aussi quelquefois une autre espèce à peine longue d'un demi-pouce, dont les sillons sont très-tranchans et bien terminés.

Un *Spirorbis.* On trouve souvent des traces de ce fossile sur la surface des *échinites.*

Ananchite (*echinus ovatus*). MM. Cuvier et Brongniart ont remarqué que l'enveloppe crustacée de ce fossile demeure calcaire et prend un tissu spathique, tandis que le milieu seulement est changé en silex. L'auteur n'admet pas cette métamorphose quant à la partie siliceuse du coquillage; il croit que le suc siliceux s'est simplement infiltré ou logé dans l'enveloppe crustacée spathique. On le trouve souvent dans la craie, en Angleterre.

Porpites. On en trouve aussi dans les craies anglaises.

Polypiers. Les orychtologistes français placent dans ce genre cinq ou six fossiles différens. L'un paroît appartenir au genre *caryophyllœa*. On voit dans les *Organic remains*, t. III, pl. XIII, *fig.* 70—79, un nombre de ces fossiles trouvés en Angleterre.

Un autre est supposé appartenir au genre *millepora*. Celui-ci est ordinairement brun et dans l'état de fer oxidé, tel qu'il résulte de la décomposition des pyrites. On trouve ce fossile dans la craie tendre du Wiltshire.

Enfin les *dents de requins*. On les trouve souvent dans la couche anglaise.

MM. Cuvier et Brongniart ajoutent qu'il existe dans les bancs de craie, en France, une beaucoup plus grande variété de fossiles que celle qu'on pourroit conclure de leur énumération; il en est de même dans ceux que renferment les craies d'Angleterre. Par exemple, on y rencontre le *palais ridé*, et plus rarement des écailles et des vertèbres de poisson, et trois ou quatre espèces d'*étoiles de mer*. — Un long *bivalve en forme de sac*, dont l'enveloppe est extrêmement mince, ensorte qu'on n'a pu jusqu'à présent la conserver assez entière pour déterminer sa forme générale et la structure de sa charnière. — Un *bivalve* de forme circulaire, mais aussi trop mince pour qu'on puisse espérer de découvrir son genre. — Un *bivalve presque circulaire*, *dont le bord est relevé en forme de patelle ou de diques, avec un nombre d'appendices assez longs, qui partent du bord de l'extérieur du fossile et paroissent avoir été destinés à le fixer aux corps environnans.* — Un petit *pectinite* à côtes tranchantes et anguleuses, et qui n'a pas plus d'un quart de pouce de long. — Un *bivalve* qui n'a pas un huitième de pouce de long et qui est finement strié dans le sens de sa longueur. Il prend un beau poli et semble avoir conservé sa couleur naturelle brun clair. — Enfin des restes de la *tortue échinite*, et d'autres qui paroissent appartenir à des espèces du même genre.

Si l'on ajoute à ces genres les restes d'une grande variété d'*échi-*

nites, comme les *conulites*, les *cassidites*, les *spatangites* et les diverses pointes d'oursins qu'on trouve dans ces mêmes bancs, et si l'on considère que les fossiles qu'on vient de désigner proviennent presque tous d'une couche de craie qui n'a pas plus de deux milles de longueur, on croira aisément que les craies d'Angleterre ne sont pas moins fertiles en dépouilles marines que celles de France.

L'état où l'on trouve ces fossiles montre clairement que la matière dans laquelle ils sont ensevelis est le résultat d'un dépôt gradué qui a saisi ces animaux, tandis qu'ils vivoient encore, dans les lieux où ils avoient commencé d'exister. Les projections fines et délicates des coquillages sont restées entières, et on trouve attachées à l'enveloppe crustacée des échinites les pointes qui caractérisent ce coquillage. Ni l'une ni l'autre de ces deux circonstances ne pourroit avoir lieu, si ces corps eussent été saisis par quelque débacle violente, ou amenés de loin dans les lieux où on les trouve.

On dira peut-être qu'on rencontre rarement les échinites avec leurs pointes : c'est parce que rarement le naturaliste lui-même travaille dans les carrières où on les découvre. Les ouvriers, qui ne songent qu'à en tirer de la craie, travaillent à grands coups et ne songent guère à ménager les objets que le hasard leur présente, et qu'ils n'aperçoivent que lorsqu'ils les ont déjà mutilés.

L'état de conservation parfaite des surfaces des fossiles renfermés dans la craie, prouve aussi que leur dépôt a eu lieu dans le fluide ambiant, et qu'il n'a pas été l'effet de l'influence immédiate de quelqu'agent chimique sur les coquillages et sur les autres enveloppes calcaires des animaux qui vivent au fond des eaux. On remarque que les fossiles trouvés dans la craie ont conservé leurs angles vifs, leurs pointes aiguës; rien n'est émoussé le moins du monde dans tous ces sillons délicats dont leur surface est souvent parsemée.

On peut conclure, avec MM. Cuvier et Brongniart, que les dépôts de craie et de silex ont été alternatifs, et même *périodiques*, d'après l'existence des couches des nodules siliceux, et surtout celle des dépôts très-étendus de matière siliceuse, en couche mince, plane et horizontale, qu'on trouve interposés dans les bancs de craie.

Il semble aussi que l'état des fossiles qu'on trouve dans ces bancs, autorise à croire que la craie a été traversée par la matière

siliceuse, à une époque séparée par un intervalle de temps plus ou moins long, de celle où cette craie fut déposée. On n'a pas trouvé un seul exemple de dépouilles véritablement animales, imprégnées de silice. Au contraire, la matière de tous ces fossiles est devenue du spath calcaire (carbonate de chaux), et leurs cavités ont été remplies par le silex. Il est évident qu'il a fallu un temps suffisant pour que la cristallisation du spath calcaire précédât l'infiltration de la matière siliceuse.

Il est bon de remarquer que, dans aucun cas, le silex, quoique contigu au spath calcaire, ne paroît pas être mêlé ou confondu avec lui. Il n'en est pas de même de la craie, car on trouve celle-ci intimement mêlée au silex, presque dans toutes les proportions, depuis la pénétration réciproque complète jusqu'à la simple union avec la surface du caillou, auquel elle forme une croûte blanche. C'est sans doute en conséquence de certaines apparences qui résultent de cette union, que M. Carrori et d'autres ont été conduits à supposer le changement de la chaux en silice.

On ne peut guère hésiter à admettre, avec M. Jameson, que l'explication la plus probable des couches de silex dans la craie, est celle que Werner a proposée le premier, savoir, que pendant le dépôt de la craie il se dégageoit un fluide élastique qui, en cherchant à s'échapper, forma des cavités irrégulières qui furent ensuite remplies par l'infiltration du silex. La source assez probable de ces fluides gazeux étoit la décomposition des parties molles des animaux ainsi ensevelis; et on explique aisément la connexion qui existe entre la présence de ces dépouilles animales et les rognons de silex, en supposant que les coquillages, devenus en totalité ou partiellement siliceux, ont été poussés dans ces cavités, ou adhéroient à leurs parois à l'époque même de cette infiltration.

On peut encore conclure, de la présence des cristaux de quartz qui tapissent les cavités des rognons de silex, ou des fossiles organiques, que la séparation et le dépôt de la matière qui compose ces noyaux siliceux ont été le résultat d'une cristallisation.

Mais, tandis qu'on essaie d'expliquer ainsi la formation de ces corps si étrangers à la craie qui les contient, et l'infiltration de la matière siliceuse dans les débris de l'organisation, il se présente une difficulté qui provient de l'isolement même de ces corps dans les bancs de craie. On ne comprend pas aisément qu'une infiltration aussi abondante dans ces cavités ait pu avoir lieu, tandis que

que la craie environnante n'a retenu qu'une proportion très-légère de grains siliceux.

Cependant on observe quelque chose d'analogue dans la formation des stalactites calcaires, puisque dans ces cavernes où les concrétions de ce genre se sont formées pendant une très-longue période, on trouve que l'infiltration, dont elles sont l'effet, se continue encore actuellement. Ce fait prouve que les interstices de la masse pierreuse, située au-dessus de ces concrétions, n'ont pas été remplis par la filtration du liquide qui charie les particules solides dont la cristallisation produit ces stalactites.

Les rognons d'agate d'Oberstein paroissent avoir été formés dans des circonstances à quelques égards semblables, puisqu'on voit, à l'inspection de leurs surfaces, qu'en général ces concrétions étoient peu adhérentes à leur gangue, ce qui n'auroit pas eu lieu si cette gangue avoit été fortement imprégnée de silice.

Enfin, la *craie dure* est placée immédiatement au-dessous des bancs de craie tendre; on n'y trouve plus de traces de silex. Ses couches (selon M. Farey) deviennent de plus en plus dures, à mesure qu'on s'approfondit, et on trouve vers le fond un grès (*freestone*) compact, blanchâtre : à Totternhoe dans le Bedfordshire, et dans beaucoup d'autres endroits, on l'emploie dans la construction des fours et des cheminées.

On a généralement supposé que ces deux bancs de craie sont de la même formation; mais deux considérations doivent faire repousser cette idée; d'une part, l'absence des silex dans la couche inférieure, et de l'autre, le caractère des fossiles que chacune renferme. Ils sont absolument différens.

C'est dans cette dernière couche que l'on trouve exclusivement le genre *ammonite*. C'est dans l'eau, qui l'a formée, que ce genre a cessé d'exister; on n'en rencontre plus dans aucune des couches supérieures. L'espèce circulaire, peut-être la seule qu'on ait trouvée dans cette couche, est d'un grand volume; on y voit des saillies en forme de nœuds dans les côtés et vers le dos, qui est en général aplati. L'espèce de ce fossile paroît différente de celles qu'on trouve dans les couches les plus basses.

Il est très-remarquable que cette couche, la dernière où l'on rencontre le genre des ammonites, présente une déviation si frappante de la forme primitive du genre, écart qui sembleroit autoriser à mettre ce fossile dans un genre différent. Dans celui dont il est ici question, qui a tous les autres caractères des ammonites, l'ensemble de la spirale est plutôt ovale que circulaire.

On remarque une déviation plus extraordinaire encore dans un autre fossile de cette même couche. Il présente les concamérations et les sutures ramifiées de la corne d'ammon; mais au lieu d'être contourné en spirale, il présente ses deux extrémités recourbées l'une vers l'autre, un peu dans la forme d'un canot. On en a fait un genre particulier sous le nom de *scaphite* (*Organ. Rem.*, t. III, pl. x, *fig.* 10 et 11).

On ignore l'étendue totale de cette couche; mais on a tout lieu de présumer qu'elle accompagne celle de craie partout où celle-ci existe en Angleterre. Il paroît aussi que les fossiles qui leur sont particuliers s'y trouvent à des distances assez considérables; ainsi l'*ammonite ovale*, qu'on trouve dans les collines de Sussex, se rencontre aussi dans les craies dures du comté de Wilts; et la *scaphite*, autre fossile de Sussex, a été aussi trouvée dans le Dorsetshire.

« En comparant (dit l'auteur en terminant son Mémoire) l'esquisse qui précède avec l'Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris, par MM. Cuvier et Brongniart, on découvre quelques différences essentielles dans les couches supérieures à celles de craie, comparée en Angleterre et en France. Dans cette dernière contrée, ces couches diffèrent, soit par leur nombre, soit par leur nature, de celles qu'on a observées jusqu'à présent dans une situation pareille en Angleterre. On voit aussi en France plusieurs couches de sable et de grès encore supérieures aux couches de gravier, qui, dans notre île, paroissent être au-dessus de toutes les autres.

» La première de ces différences peut être surtout attribuée à l'existence d'un nombre d'accidens qui ont produit des entassemens locaux; par exemple, l'existence de certains lacs d'eau douce, ou salée, à la période où les eaux de l'ancien océan ont disparu; les diverses combinaisons chimiques auxquelles cette circonstance a pu donner lieu, etc., etc. Mais ces différences locales ne peuvent guère être considérées comme interrompant la continuité de la stratification.

» Mais si l'on considère que les occasions d'examiner la stratification immédiatement supérieure à la craie, sont bien plus fréquentes en France qu'en Angleterre, on pourra croire probable qu'il existe aussi dans notre île des accidens du même genre, dont la découverte tendroit à rapprocher le système de stratification dans les deux contrées.

» L'examen déjà fait établit l'identité du banc de craie en

France et en Angleterre. On trouve aussi dans ce dernier pays, supérieurement à la craie, des dépôts particuliers de glaise plastique, comme dans les couches de France; il y a aussi des bancs accidentels de grès grossier, avec son sable et ses coquillages fossiles, comme on en trouve dans les couches françaises correspondantes.

» L'autre différence, c'est-à-dire l'existence des couches de sable et de grès, au-dessus des couches de gravier en France, lesquelles, en Angleterre, sont toujours supérieures à toutes les autres, est un fait très-remarquable. Ne pourroit-on point l'attribuer à cette même crise violente dont on a déjà cité tant d'exemples, et qui, en séparant les deux pays, aura pu enlever à la surface du nôtre telles couches qu'on retrouve encore çà et là sur le continent? »

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.					BAROMÈTRE MÉTRIQUE.					THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	
	heures.	°	heures.	°		heures.	mill.	heures.	mill.	mill.	°
1	à 3 s.	+18,75	à 5 ½ m.	+ 8,50	+16,50	à 5 ½ m.	756,60	à 9 ½ s.	751,70	754,50	10,5
2	à 3 s.	+13,50	à 9 ¼ s.	+ 8,25	+11,25	à midi	750,68	à 5 ½ m.	749,68	750,68	10,5
3	à 3 s.	+16,00	à 5 ½ m.	+ 8,25	+13,88	à midi	750,00	à 10 s.	747,69	750,00	10,5
4	à midi.	+15,75	à 5 ½ m.	+ 8,25	+15,75	à 10 s.	750,50	à 5 ½ m.	744,90	747,00	11,4
5	à midi.	+15,25	à 5 ½ m.	+ 6,50	+15,25	à 10 s.	756,54	à 5 ½ m.	752,00	753,90	11,6
6	à 3 s.	+16,00	à 5 ½ m.	+ 8,25	+15,75	à 9 ¼ s.	761,52	à 5 ½ m.	759,00	760,18	12,0
7	à 3 s.	+16,25	à 5 ½ m.	+ 4,75	+14,70	à 10 m.	762,84	à 5 ½ m.	761,92	762,60	12,4
8	à 3 s.	+16,00	à 5 ¼ m.	+ 6,75	+14,70	à 10 m.	764,00	à 6 s.	762,20	763,50	13,2
9	à 3 ¼ s.	+16,75	à 5 ¼ m.	+ 6,00	+14,75	à 7 ½ m.	762,16	à 7 s.	760,72	761,54	13,0
10	à 3 s.	+18,75	à 5 ¼ m.	+ 7,50	+18,25	à 10 m.	760,64	à 5 s.	759,08	760,28	14,1
11	à 3 s.	+19,70	à 5 ¼ m.	+ 5,75	+18,60	à 10 ¼ m.	759,40	à 9 ½ s.	757,54	758,64	14,2
12	à 3 s.	+22,48	à 5 ¼ m.	+ 6,00	+21,75	à midi.	757,82	à 6 ¼ s.	757,00	757,82	15,5
13	à 3 s.	+22,25	à 5 ¼ m.	+ 7,50	+22,00	à 9 m.	757,08	à 9 ¼ s.	754,28	756,02	16,5
14	à midi.	+20,75	à 5 ¼ m.	+ 8,50	+20,75	à 9 ½ m.	753,78	à 3 s.	752,30	753,30	16,4
15	à midi.	+21,12	à 5 ¼ m.	+10,00	+21,12	à 9 ¾ s.	752,50	à 3 s.	749,56	750,62	17,2
16	à 3 ¼ s.	+19,50	à 5 ¼ m.	+10,50	+19,25	à 10 m.	752,52	à 9 ½ s.	748,08	752,14	15,8
17	à 3 s.	+18,25	à 11 s.	+13,00	+17,00	à 11 s.	752,50	à 5 ¼ m.	745,70	748,70	16,2
18	à midi.	+21,25	à 5 m.	+ 9,75	+21,25	à 5 m.	752,04	à 3 s.	749,76	750,66	17,4
19	à 3 s.	+16,00	à 5 m.	+10,55	+15,00	à 10 ¼ s.	753,66	à 5 m.	752,10	753,08	15,2
20	à 3 s.	+15,00	à 5 m.	+10,50	+14,25	à 10 ¼ m.	752,00	à 5 ½ m.	750,84	751,72	14,8
21	à 3 s.	+14,87	à 5 m.	+ 9,00	+14,12	à 9 ¾ s.	756,94	à 5 m.	753,50	756,78	14,8
22	à midi.	+11,25	à 5 m.	+ 4,75	+11,25	à 10 ¼ s.	762,56	à 5 m.	758,10	759,60	14,2
23	à 3 s.	+14,60	à 5 m.	+ 3,25	+13,25	à 9 ¼ m.	763,86	à 10 s.	761,60	763,20	14,0
24	à 3 s.	+12,00	à 10 s.	+ 5,25	+11,25	à 10 s.	759,46	à 5 m.	758,40	75,924	13,4
25	à 3 s.	+ 9,00	à 5 m.	+ 4,50	+ 7,50	à 5 m.	757,72	à 3 s.	756,20	757,16	12,0
26	à 3 s.	+ 9,25	à 5 m.	+ 5,25	+ 6,75	à 10 ¾ s.	759,32	à 5 m.	755,06	755,86	12,0
27	à midi.	+ 9,25	à 5 m.	+ 5,50	+ 9,25	à 9 ½ s.	764,00	à 5 m.	761,04	763,00	11,0
28	à 3 s.	+13,75	à 5 m.	+ 4,75	+13,50	à 10 m.	765,02	à 9 ¾ s.	763,70	764,78	12,0
29	à midi.	+13,25	à 4 ¾ m.	+ 2,75	+13,25	à 9 m.	763,94	à 5 ½ s.	762,00	763,70	13,3
30	à 3 s.	+12,90	à 4 ¾ m.	+ 1,70	+12,25	à 9 ¼ m.	763,76	à 3 s.	763,14	763,36	13,0
Moyennes		+15,91		+ 7,41	+15,13		757,84		755,19	757,12	13,6

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure.....	765,02	le 28
Moindre élévation du mercure.........	744,90	le 4
Plus grand degré de chaleur.........	+22,48	le 12
Moindre degré de chaleur...........	+ 1,70	le 30
Nombre de jours beaux.......	18	
de couverts...........	12	
de pluie...............	12	
de vent...............	30	
de gelée...............	0	
de tonnerre...........	2	
de brouillard..........	13	
de neige..............	0	
de grêle..............	1	

NOTA. Nous continuerons cette année à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

AVRIL. 1814.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	84	S.		Couvert, léger brouil.	Nuageux.	*Pluie*, tonnerre.
2	86	S-O.		*Pluie.*	Couvert.	Nuageux.
3	91	S.		Petite *pluie*, brouill.	Quelques éclaircis.	Beau ciel, pet. nuag.
4	88	E.	P. L. à 8h 39's.	Couvert, pluie.	Couvert, brouillard.	Couvert.
5	82	S-O.		Couvert, brouillard.	Très-nuageux.	Nuageux.
6	80	O.		*Idem.*	Légers nuages.	Très-nuageux.
7	87	N.		Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Beau ciel.
8	64	N-E.		Beau ciel, léger br.	Superbe.	*Idem.*
9	63	E.		Superbe.	*Idem.*	*Idem.*
10	67	*Idem.*	Lune apogée.	*Idem*, léger br.	*Idem.*	*Idem.*
11	63	S-E.		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
12	62	*Idem.*	D. Q. à 9h 33's.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
13	64	*Idem.*		Beau ciel, brouillard.	*Idem.*	*Idem*, éclairs.
14	65	S-O.		Nuageux, brouill.	Très-nuageux.	Beau ciel.
15	72	S.		Nuageux.	*Idem.*	*Pluie*, tonnerre.
16	80	S-O.		Petite *pluie.*	*Idem.*	Couvert.
17	96	*Idem.*		*Pluie.*	*Pluie* par interv.	Beau ciel.
18	66	S-E.		Nuageux.	Ciel voilé.	*Pluie*
19	80	S-O.		*Pluie* continuelle.	Couvert.	*Idem.*
20	90	E.	N. L. à 8h. 5'm.	*Pluie*, brouillard.	*Pluie.*	*Idem.*
21	80	O.		Très-nuageux.	Couvert.	*Idem.*
22	73	*Idem.*	Lune périgée.	Beau ciel.	Très-nuageux, pluie.	Superbe.
23	71	*Idem.*		*Idem.*	Beau ciel.	Couvert.
24	74	*Idem.*		*Pluie.*	Couvert.	Beau ciel.
25	76	*Idem.*		Couvert, *pluie.*	*Idem.*	*Pluie.*
26	82	N-O.		*Pluie.*	*Grêle.*	Nuageux.
27	76	N.	P. Q. à 0h 15'm.	Couvert.	Couvert.	Couvert.
28	73	E.		Nuageux.	Très-nuageux.	Beau ciel.
29	62	E-S-E.		*Idem.*	Quelques nuages.	*Idem.*
30	56	S-E.		Superbe.	Beau ciel.	*Idem.*
Moy.	78					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du

N	2
N-E	1
E	6
S-E	5
S	3
S-O	6
O	6
N.-O	1

Therm. des caves { le 1er 12°,095 ; le 16 12°,096 }.

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, $45^{mm}25$ = 1 p. 8 lig. 0 dixième.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris et exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

DES FORCES ÉLECTRIQUES

CONSIDÉRÉES COMME DES FORCES CHIMIQUES;

PAR H. C. OERSTED (1).

EXTRAIT PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

La connoissance des forces chimiques doit être un des principaux objets des recherches des chimistes, aussi aujourd'hui s'en occupent-ils particulièrement.

« Tous les phénomènes chimiques, ai-je dit, Discours préliminaire de cette année, cahier de janvier 1814, page 103, s'opèrent par des combinaisons. On verse, par exemple, de l'acide muriatique sur de la soude ; il y a combinaison, et le résultat est du muriate de soude.

» On verse sur ce sel de l'acide sulfurique; l'acide muriatique est dégagé, il se volatilise, et on a du sulfate de soude.

» Mais quelle est la force qui opère ces combinaisons et les décompose ?

» On a observé que dans toutes ces opérations il se manifeste de l'*électricité*.

» On sait que des corps hétérogènes en contact, comme dans les piles voltaïques, manifestent une électricité toujours agissante, qui quelquefois produit *la chaleur la plus intense*.

» J'ai fait voir que l'*action galvanique* avoit la plus grande influence dans les grands phénomènes de la nature (dans ce Jour-

(1) Extrait de l'ouvrage de l'auteur, intitulé : RECHERCHES SUR L'IDENTITÉ DES FORCES CHIMIQUES ET ÉLECTRIQUES, par M. *H. C. Œrsted.*

Traduit de l'allemand, par M. *Marcel de Serres*. A Paris, chez J. G. Dentu, imprimeur-libraire, rue du Pont-de-Lodi, n° 3.

nal, Vues sur l'action galvanique), parce qu'elle est une *force agissant constamment et sans interruption.*

» Berzelius a établi, d'après ces faits, une nouvelle théorie des combinaisons chimiques, laquelle il appelle *théorie électro-chimique....*

» H. Davy a émis à peu près la même opinion...

» Œrsted a aussi publié des *Recherches sur l'identité des forces chimiques et électriques.* »

Plusieurs savans chimistes s'occupent de ces recherches.

Le lecteur verra sans doute avec plaisir un exposé détaillé de ce dernier travail d'Œrsted, exposé par lui-même, pour ne pas affoiblir sa pensée dans des matières aussi neuves.

« Nous avons prouvé, dit Œrsted, page 125, que les forces qui produisent les actions chimiques se retrouvent dans l'électricité, et qu'elles y existent dans leur activité la plus libre. C'est sous cette forme d'activité que nous allons les étudier maintenant, afin d'examiner comment ces forces parcourent plusieurs degrés de concentration jusqu'à la forme chimique. Mais pour donner une plus grande étendue à nos recherches, nous les dirigerons toutes comme si l'examen des faits chimiques ne nous avoit rien appris à cet égard, et après avoir déduit des actions primitivement électriques tous les principaux effets chimiques, nous comparerons ces résultats avec ceux de nos recherches chimiques.

» Avant tout, rappelons cependant d'une manière succincte les lois les plus générales de l'électricité. Il existe dans l'électricité deux propriétés actives d'une telle nature, que l'une fait disparoître les phénomènes de l'autre. En appelant, ainsi que nous l'avons déjà fait plusieurs fois, *force* toute propriété active, sans d'ailleurs décider rien sur sa nature, et en nommant *opposées* des forces que nous voyons s'entredétruire, nous dirons qu'il y a deux forces électriques opposées. C'est dans ce sens mathématique que nous nommerons l'*électricité positive* celle qu'acquiert le verre frotté avec de la soie, et *électricité négative*, celle que reçoit la soie, sans vouloir décider, par ces expressions, entre les hypothèses proposées jusqu'à ce jour pour expliquer les phénomènes électriques.

On sait encore que chacune des forces électriques a une activité répulsive sur elle-même, et une attractive pour celle qui lui est opposée. Ainsi l'une de ces forces peut retenir l'autre jusqu'au point où il n'est plus possible de reconnoître des signes extérieurs

de leur présence; un corps pourroit même en contenir une quantité immense qui échapperoit à nos sens. Mais si on plaçoit un tel corps près d'une substance électrisée, l'attraction qu'exerceroit la force prépondérante de celle-ci sur la force opposée du corps, et la répulsion qu'elle produiroit sur celle de la même espèce, troubleroit bientôt l'équilibre, et feroit excéder la force positive dans une partie de ce corps, et la négative dans l'autre, laissant une zone d'équilibre entre ces deux forces. Lorsque la substance électrisée auroit cessé d'agir sur cet autre corps, les forces troublées dans leur équilibre le reprendroient par leur attraction mutuelle. Quand nous voyons un corps s'électriser de cette manière par le seul rapprochement vers un autre corps électrique, et reprendre ensuite son équilibre lorsque ce corps cesse d'agir, il faut en conclure qu'avant cette action il contenoit les deux forces, mais dans un état d'équilibre. Or c'est précisément ce qui arrive avec tous les corps. Cette expérience prouve donc que tous les corps contiennent les forces électriques, mais en équilibre, et rendues latentes par leur attraction mutuelle.

Quand un corps dont l'équilibre a été troublé ainsi que nous venons de le dire, est encore plus rapproché d'une substance électrisée, l'opposition de ses propres forces augmente considérablement, la partie la plus voisine de la substance électrisée acquiert de plus en plus l'électricité opposée, et la partie la plus éloignée prend aussi toujours davantage de la même espèce que celle de la substance originairement électrique. Dans une certaine proximité qui est différente, selon les circonstances, l'électricité du second corps qui a été attirée par l'électricité du premier, se réunit à celle-ci et disparoît en même temps, ensorte qu'il ne reste qu'une partie de l'électricité du premier corps et l'électricité de même espèce, accumulée dans la partie la plus éloignée du second. Il ne reste donc dans ces deux corps que la même sorte d'électricité, ce qui a fait regarder le résultat de cette opération comme une transmission de l'électricité du premier corps au second. D'après cette apparence, on a appelé cette manière d'électriser l'*électricité par communication*, pour la distinguer de celle que nous avons fait connoître sous le nom d'*électricité par distribution*. Il n'entre pas dans nos vues de changer cette expression, car on peut être fondé à nommer les choses selon les apparences, lorsqu'on veut simplement les reconnoître. Si l'on vouloit encore se rendre compte de ce rapport par une expérience très-frappante, on pourroit mettre un conducteur isolé et armé

d'une

d'une pointe, vis-à-vis d'un corps électrisé positivement. Ce corps perdroit de l'électricité négative par la pointe, ce qui seroit surtout sensible dans l'obscurité, et auroit ensuite l'électricité positive en excès, tout comme s'il avoit été en contact avec le corps électrique. Les partisans de la doctrine de Franklin expliqueroient ce qui se passe ici d'une manière un peu différente; mais au lieu d'entrer avec eux dans une longue discussion théorique, nous remarquerons seulement que nous nous sommes bornés ici à exprimer les faits de la manière la plus simple. L'expérience nous prouve qu'il existe deux activités différentes qui nous présentent des phénomènes parfaitement analogues. Nous avons donné à ces activités des expressions mathématiques, sans vouloir nier pour cela qu'on ne puisse les ramener à une seule force fondamentale; mais il nous paroît que ceux qui veulent regarder l'une des deux activités si parfaitement analogues, comme la pure absence de l'autre, devroient donner des preuves bien évidentes d'une supposition aussi hardie. Au reste, il ne sera pas difficile d'accorder l'hypothèse de Francklin avec les lois que nous allons faire connoître. Dans tous les cas, on sera obligé de convenir que la distribution électrique devance toujours la communication.

Ainsi, quand une des forces électriques se répand dans l'espace, le mécanisme de cet effet est tel, que cette force commence par attirer celle qui lui est opposée dans la zone la plus voisine, tandis qu'elle repousse celle de la même espèce. Elle rend donc latente celle qu'elle attire, et devient latente à son tour par l'effet de cette même force. De cette manière, la zone seconde acquiert une prépondérance de cette force, tandis qu'elle produit elle-même une nouvelle zone opposée, qu'elle rend latente dans le moment suivant, et ainsi de suite. L'électricité ne découle donc pas, par les conducteurs, comme un liquide par un canal; mais elle se répand par une sorte de décomposition et de recomposition continuelles, ou bien par un acte qui trouble l'équilibre à chaque moment, et le rétablit dans l'instant suivant. On pourroit exprimer cette succession de forces opposées, qui existe dans la transmission de l'électricité, en disant que *l'électricité se répand toujours d'une manière ondulatoire.*

Ces oppositions des forces disparoissent si vîte dans les bons conducteurs, qu'il n'est pas possible de les apercevoir; mais dans les mauvais on peut les découvrir au moyen de l'électromètre. Cet instrument fait voir une série de zones alternatives qui contiennent + E et — E. Quand l'action électrique a laissé des traces

dans de bons conducteurs, ou qu'ils n'ont pas agi comme tels, on y trouve aussi des zones alternatives, comme le prouvent les expériences suivantes. Si l'on expose un fil métallique à l'action d'une électricité trop foible pour le fondre complètement, la fusion ne s'opère que dans des parties alternatives, ce qui n'auroit certainement pas eu lieu, si les forces étoient également répandues dans toutes les parties. Si au contraire l'électricité est assez forte pour fondre entièrement le fil métallique, on l'observe disposé en globules creux dans leur intérieur, comme s'il y avoit eu un dégagement de vapeurs. En poussant encore plus loin l'action électrique, le fil est vaporisé, et ces vapeurs métalliques se condensent presqu'aussitôt qu'elles sont produites, ce dont on peut facilement se convaincre en plaçant un morceau de papier au-dessous du fil métallique; on voit la vapeur condensée s'y attacher et le colorer. Cette vapeur paroît s'y répandre en diverses ondulations assez analogues aux globes produits par l'action plus foible.

Ces faits prouvent d'une manière évidente, que la transmission de l'électricité s'effectue par un changement dans l'équilibre des forces naturelles des corps, ou, en d'autres termes, que les forces électriques sont conduites par elles-mêmes, c'est-à-dire, par d'autres forces électriques.

La transmission de l'électricité est donc un changement intérieur dans les forces des corps; mais un tel changement peut être considéré comme un changement chimique, dont il ne diffère que parce qu'il est momentané, l'opposition des forces étant anéantie par l'attraction mutuelle des forces elles-mêmes. A mesure que la transmission de l'électricité se fait plus lentement dans un corps, ces oppositions s'effacent aussi plus difficilement; et s'il y avoit un isolateur parfait et un moyen de le rendre électrique, il ne changeroit pas son état; mais il est impossible de jamais remplir cette condition. Il s'agit donc de s'assurer si un corps, dans certaines circonstances, pourroit devenir non-conducteur pour la même quantité de force qu'il auroit transmise dans d'autres circonstances. Pour résoudre ce problème, examinons les conditions dans lesquelles les corps deviennent de meilleurs ou de plus mauvais conducteurs de l'électricité.

Chaque force électrique se repoussant elle-même, n'atteint jamais l'équilibre dans un conducteur, avant d'être parvenue à sa surface. Cette loi, qui résulte de la nature même des choses, a aussi été confirmée par l'expérience. Cette tendance vers la

surface n'a cependant lieu que quand la force n'est point attirée par une force contraire.

On doit surtout bien distinguer la propagation libre des forces électriques de leur propagation forcée. La première a lieu par l'activité indépendante d'une des forces, soit par sa propriété expansive, soit par son attraction pour la force opposée, qui se trouve en équilibre dans l'espace ambiant. Il en est de même lorsque ces forces, troublées dans l'espace par des forces extérieures, se mettent en équilibre par leur propre attraction. La propagation forcée a lieu dans un corps, lorsque les deux forces opposées agissent en même temps sur lui, comme nous en voyons un exemple dans le chargement de la bouteille de Leyde. C'est aussi une propagation forcée qui a lieu lorsqu'une des forces, en trouvant une résistance inégale dans l'espace, a pu accumuler la force contraire, qui ensuite réagit sur celle qui a commencé l'action. La manière ordinaire de charger la bouteille de Leyde nous donne également l'exemple de cette sorte de transmission forcée.

La transmission de l'électricité dépend à la fois de son intensité (que Volta a appelée tension) et de sa quantité. L'intensité est mesurée par la grandeur des attractions et des répulsions qui sont indiquées par l'électromètre. La quantité de l'électricité peut être mesurée par une surface chargée d'électricité jusqu'à un certain degré électrométrique. Toutes choses égales d'ailleurs, la quantité d'électricité est en rapport des surfaces; mais l'intensité est au contraire en rapport inverse de l'espace sur lequel est répandue une certaine quantité de force. La grandeur de l'action électrique est en rapport de l'intensité et de la quantité.

Il est évident que l'électricité doit se répandre d'autant plus facilement dans l'espace, qu'elle a plus d'intensité : l'expérience nous le confirme; car un corps électrique isolé perd, à l'air libre, une quantité d'électricité proportionnée à son intensité; mais cette perte dépend de la transmission de l'électricité par l'air. On ne peut, à la vérité, faire des expériences semblables dans des milieux qui ne sont point gazeux; mais des expériences nombreuses ont prouvé qu'une foible électricité étoit isolée, et n'agissoit que par distribution, dans la même circonstance où une électricité d'une plus grande intensité aurait été facilement transmise, et eût été en état d'agir par communication.

Une électricité infiniment foible seroit donc isolée dans tous

les corps, parce qu'il n'existe pas de corps parfaitement conducteurs. Nous pouvons en conclure que les mauvais conducteurs pourront isoler des forces électriques d'une intensité sensible, quoique très-foibles.

Plus la quantité de l'électricité est grande, plus sa transmission complète est difficile; car la résistance causée par la répulsion s'accroîtra à mesure que la quantité de l'électricité augmente dans un conducteur. Plus la faculté conductrice est foible, plus l'électricité est arrêtée dans chaque point, et moins elle pourra être transmise dans un temps donné. Si nous comparons à présent deux conducteurs différens, nous pourrons trouver deux quantités d'électricité dans un rapport tel, qu'elles seront transmises par ces deux corps dans des temps égaux. Nous dirons donc que ces deux corps ont des facultés conductrices égales à l'égard de ces deux quantités, quelqu'inégales qu'elles soient pour les mêmes quantités. Si l'on prenoit l'intensité électrique inégale, plus foible dans le meilleur conducteur, on trouveroit encore un point où les facultés conductrices agiroient également bien. On peut donc trouver pour chaque conducteur une quantité d'électricité assez grande et une intensité assez petite, pour qu'il en résulte un isolement parfait. D'ailleurs il est évident que l'activité intérieure est très-différente dans deux conducteurs inégaux, placés dans des conditions à pouvoir également transmettre l'électricité. Cette activité sera toujours la plus grande dans le meilleur conducteur, cependant on peut encore produire une inégalité à cet égard. Il est évident qu'une égale intensité produira une activité intérieure plus forte dans les corps qui ont la plus grande faculté conductrice. On peut donc trouver une intensité électrique assez grande pour produire dans un mauvais conducteur une activité inférieure à celle qui a lieu dans un meilleur conducteur donné.

Si nous voulons produire une transmission électrique forcée qui mette le corps dans une activité intérieure dont il ne puisse pas sortir par sa propre faculté conductrice; ou, en d'autres termes, si nous voulons agir chimiquement sur différens corps, il faut leur donner une quantité d'électricité proportionnée à leur faculté conductrice, avec une intensité qui soit en raison inverse de cette même faculté. La plus petite quantité, avec la plus grande intensité, est celle qui a lieu par l'étincelle électrique. Cette sorte d'électricité doit être appliquée aux plus mauvais conducteurs. Dans la bouteille de Leyde, et surtout dans la batterie électrique, la quantité d'électricité est plus grande relativement à son intensité.

C'est aussi sous cette forme qu'il faut l'appliquer aux meilleurs conducteurs; mais entre ces différences il n'y a pas une distance bien considérable, puisqu'il est possible, avec un grand conducteur d'une forte machine électrique, d'approcher beaucoup de l'action produite par une bouteille chargée. La distance qui existe entre les effets de l'électricité par frottement, et celle résultant du contact, est très-considérable; car dans cette dernière circonstance la quantité de l'électricité est fort grande, et l'intensité extrêmement foible. On sait que Van Marum a trouvé que la pile de Volta chargeoit la grande batterie du Musée de Teiler dans un moment inappréciable, et que la machine teilérienne, la plus grande qui ait jamais été construite, ne le pouvoit que par une action continuée pendant plusieurs minutes. L'action d'une pile voltaïque ordinaire doit par cette raison être presqu'égale à zéro, pour les mauvais conducteurs, et en même temps elle doit être fort grande pour les meilleurs.

Comparons à présent avec ces principes, ce que nous indique l'expérience. L'étincelle électrique produit une sorte de déchirure sur les mauvais conducteurs, comme, par exemple, sur le marbre, le spath calcaire, le gypse, la baryte et la strontiane carbonatées. On regarde ordinairement cet effet comme purement mécanique; mais Simon a fait voir, et nous l'avons observé nous-mêmes, que les parties de ces corps où l'étincelle électrique avoit exercé son action, avoit pris des propriétés alcalines, ensorte qu'il faut bien y reconnoître une action chimique. Il est encore de fait, que l'électricité a une action désoxidante sur les oxides métalliques, tandis que d'un autre côté on trouve que l'étincelle électrique opère l'oxidation des métaux. Si l'on fait passer l'étincelle électrique dans l'huile de térébenthine, il y a dégagement de gaz, et l'huile prend une couleur brune. Pour réussir dans cette expérience, il faut rapprocher, autant qu'il est possible, les fils métalliques qui servent à faire passer dans l'huile le courant électrique. Les autres huiles donnent des résultats analogues.

L'ammoniaque en état de gaz, ainsi que la vapeur de l'eau, se décompose très-facilement par l'étincelle électrique, comme on l'a remarqué.

Si la pile voltaïque n'agit pas sur toutes ces matières, c'est parce que leurs propriétés isolantes y opposent une trop grande résistance.

Si l'on fait agir sur l'eau l'électricité par frottement, il se

passe des phénomènes propres à nous éclairer sur la nature de cette action. Ainsi le courant électrique, traversant l'eau au moyen de deux fils métalliques opposés, et ces fils étant mis en communication électrique avec la machine, il n'y a point d'action chimique, parce que l'électricité est transmise par l'eau, à mesure qu'elle se dégage. Mais si l'on fait passer les commotions électriques, par le moyen d'une bouteille de Leyde, ou si l'on fait usage de grandes étincelles, données par une forte machine, on voit la décomposition de l'eau s'opérer assez rapidement. On peut encore produire le même effet avec beaucoup moins de force, en environnant les fils métalliques qui passent dans l'eau avec quelque matière isolante, de manière que leurs extrémités soient en contact immédiat avec l'eau. Toute la quantité d'électricité appliquée alors au fil, est obligée d'agir dans un espace beaucoup plus étroit, ensorte qu'elle ne peut pas être complètement transmise.

Cette action est commune à l'électricité par frottement et à celle par contact. Mais on n'a pas besoin pour cette dernière de cet isolement, car presque tous les corps sont de mauvais conducteurs pour une électricité si peu énergique; l'eau même n'a pas une faculté conductrice suffisante pour que cette électricité y puisse produire sa plus grande action. Ce n'est que lorsqu'on a augmenté sa faculté conductrice à l'aide des sels, des acides ou des alcalis, qu'elle opère son plus grand effet. Enfin il n'y a que la force conductrice de quelques acides, par exemple de l'acide sulfurique et nitrique concentrés, qui paroisse trop grande pour admettre une forte action chimique.

Toutes les actions connues de la pile voltaïque, les oxidations et désoxidations, les attractions qu'ont les conducteurs opposés pour les alcalis et les acides, etc., toutes prouvent que ce sont les mêmes forces qui produisent l'*action chimique et l'action électrique*. Nous sommes donc parvenus par deux genres de preuves tout-à-fait différentes au même résultat. Nous prouverons encore dans la suite que la chaleur, la lumière, le magnétisme sont produits par les mêmes forces; mais si toutes les actions physiques ou chimiques résultent des mêmes forces, toute leur différence dépendra du mécanisme intérieur de l'action, de leur forme d'activité, ainsi que nous sommes convenus de l'exprimer. Nous en avons déjà donné quelques exemples. La forme d'activité proprement électrique est l'état où les forces se répandent librement dans l'espace. La même activité se trouve

moins libre dans la charge électrique, mais cependant mêlée avec quelque activité libre. Dans l'électrophore, on trouve encore la même activité dans un état plus resserré. Enfin on arrive jusqu'à l'état où les forces sont parfaitement latentes, comme dans les décompositions des gaz, des huiles, de l'eau, etc.

De la Production de la Chaleur et de ses lois.

Depuis qu'on sait faire agir de grandes forces électriques, on a su aussi, à l'aide de ces mêmes forces, produire de la chaleur; mais l'explication de ce phénomène a donné lieu à plusieurs hypothèses. Quelques physiciens n'ont pas voulu regarder cet effet comme vraiment identique avec ceux de la chaleur; mais ils ont pensé que l'électricité elle-même pouvoit opérer la fusion des corps métalliques, et une dispersion de ces corps, qui donne l'apparence d'une vaporisation. D'autres ont supposé que les commotions électriques produisoient de la chaleur par une espèce de compression mécanique. Enfin il en est qui ont pensé que la matière électrique contenoit de la chaleur comme un de ses élémens. Lorsqu'on envisage les choses sous ce dernier point de vue, on est porté à regarder les deux matières électriques comme deux espèces de gaz extrêmement rares, qui, par leur attraction mutuelle, se condensent et dégagent la chaleur qu'elles contiennent.

Winterl a été le premier qui a eu l'idée heureuse de considérer le calorique comme composé de deux principes de l'électricité; mais il s'est borné à indiquer ce résultat sans lui donner ce développement qui peut convertir une pensée en une théorie. Nous n'entrerons pas dans une discussion détaillée sur toutes ces hypothèses. En développant les lois de la production de la chaleur par les forces électriques, nous trouverons facilement l'occasion de faire voir combien elles sont insuffisantes.

Commençons par une série de faits.

Si on laisse l'électricité agir sur un corps qui la transmet parfaitement, on n'a pas de traces de production de chaleur. Ainsi l'on peut décharger une batterie électrique, de plus de deux cents pieds carrés, au moyen d'un fil de fer de quelques centimètres de diamètre, sans produire une chaleur sensible. Mais si l'on y substitue un fil de quelques millimètres, il s'échauffe au point d'entrer en fusion. En supposant qu'on ait trouvé pour une batterie donnée le fil le plus mince qui puisse servir à la

décharger sans s'échauffer, si l'on en prend un autre d'un diamètre plus petit, il s'échauffera d'une manière sensible; et en employant successivement des fils de plus en plus minces, on parviendra à un diamètre tel que le fil deviendra rouge pendant un instant, et perdra son élasticité tout comme s'il avoit été rougi au feu. Enfin en employant un fil d'un diamètre plus petit encore, on parvient à le réduire en vapeur. Il n'est pas possible cependant d'obtenir ces gradations avec une égale facilité sur tous les métaux. Les fils de fer les présentent avec la plus grande facilité; mais dans certains métaux, les points de fusion et de vaporisation sont si voisins l'un de l'autre, qu'il est difficile de saisir l'instant où l'un de ces effets est produit. Si l'on fait usage d'une seule espèce de fil, on peut obtenir la même succession de degrés en augmentant le chargement électrique. On doit observer dans ces expériences qu'une batterie chargée à un haut degré, et qui se décharge dans un fil d'une longueur donnée, y répand son électricité de la même manière que si la batterie étoit plus grande, mais chargée à une moindre tension.

Ces expériences permettent de conclure que l'électricité produit d'autant plus de chaleur, qu'elle trouve plus de résistance dans les corps, pourvu toutefois qu'elle puisse y pénétrer.

Ce théorème est encore confirmé par ce fait bien reconnu, que les meilleurs conducteurs se fondent plus difficilement par l'électricité, que ce que l'on auroit dû penser, en ayant égard aux expériences faites sur les moins bons conducteurs. Ainsi, par exemple, le cuivre se fond par l'électricité avec moins de facilité que le fer; il est aussi meilleur conducteur. Le plomb, l'étain se fondent aussi plus difficilement par l'électricité que leur fusibilité par la chaleur ordinaire nous le feroit penser. Il faut encore remarquer que les fusions électriques sont toutes produites par des quantités données de chaleur. Ainsi cette fusibilité n'est pas seulement en raison inverse de la faculté conductrice et de la fusibilité ordinaire d'un corps, mais aussi de sa capacité pour la chaleur. Ces faits doivent, ce semble, nous empêcher d'admettre avec Van Marum, que la fusion opérée par l'électricité, est entièrement différente de celle produite par la chaleur; opinion d'ailleurs occasionnée par de fort belles expériences qui démontrent que l'ordre de fusibilité par l'électricité, n'est pas la même que l'ordre de fusibilité par la chaleur. Les expériences dont nous venons de parler, sont en même temps opposées à l'hypothèse qui fait regarder la chaleur produite par l'électricité comme

contenue

contenue auparavant dans les matières électriques. En effet, s'il en étoit ainsi, on devroit être capable de produire de la chaleur, en réunissant les deux matières électriques dans un espace où elles n'éprouveroient pas de résistance. Mais pour mieux démontrer ce que nous avançons ici, nous citerons quelques expériences de Van Marum. Dans une de ces expériences, une batterie de quarante-cinq pieds carrés d'armature a fondu quatre-vingt-quatre pouces de fil de fer d'un $\frac{1}{140}$ de pouce de diamètre. Cependant la même batterie n'a pu fondre qu'un demi-pouce d'un fil métallique d'un diamètre de $\frac{1}{75}$ de pouce. La masse fondue du fil mince a donc été seize fois plus grande que celle du fil le plus épais. Cette expérience, prise sans choix dans un très-grand nombre de semblables, prouve qu'il ne s'agit pas seulement de combiner une certaine quantité de matière électrique, mais que tout dépend de la manière dont les forces opposées se trouvent réunies.

Van Marum a encore fait d'autres expériences avec la grande machine teilérienne, qui confirment parfaitement cette proposition. Il a fait passer le courant électrique produit par la grande machine à travers un cylindre de cuivre où se trouvoit placé un thermomètre, et il n'a pas vu la moindre élévation de température pendant cette transmission. En faisant passer la même quantité d'électricité à travers un cylindre de bois, le thermomètre de Fahrenheit s'est élevé dans trois minutes, de 61° à 88°; et, dans l'espace de cinq minutes, le même thermomètre étoit parvenu à 112°.

Dans l'aigrette qui sortoit d'une petite boule de la grande machine teilérienne, le thermomètre de Fahrenheit s'est élevé de 63° jusqu'à 102°; et dans un air raréfié jusqu'à 151° $\frac{1}{2}$. Il faut croire que dans le dernier cas la plus haute température provient de ce que l'air y étoit renfermé, et de ce que l'air raréfié ne peut transmettre une aussi grande quantité d'électricité que l'air plus dense.

M. Charles n'a pas obtenu une aussi grande chaleur dans les expériences qu'il a faites avec M. Gay-Lussac. Il a toujours vu, au contraire, que le thermomètre de Réaumur ne s'élevoit que d'un degré (2 $\frac{1}{4}$ Fahrenheit); et on a voulu attribuer la cause de cette foible augmentation de température, à l'oxidation du fer contenu dans l'encre, dont la boule de son thermomètre étoit noircie. Cependant nous croyons que la différence qui existe

entre les expériences de ces deux physiciens, dépend seulement des instrumens dont ils ont fait usage. Ainsi l'appareil électrique de M. Charles, composé de deux machines, étoit très-propre à faire voir en grand presque tous les effets de l'électricité, et surtout le chargement des batteries électriques; mais il ne pouvoit pas produire ces aigrettes d'une grandeur extraordinaire que donnoit la machine de Teiler.

On peut, au reste, prouver cette production de chaleur sans avoir recours à une aussi grande machine, en employant l'instrument qu'on a appelé *thermomètre électrique* de Kinnersley. Cet instrument consiste en un cylindre fermé de verre, soutenu dans la position verticale, par lequel on peut faire passer l'étincelle électrique au moyen de deux conducteurs. Le cylindre contient un peu d'eau colorée dans laquelle plonge l'extrémité d'un tuyau capillaire dont l'autre extrémité sort du cylindre et communique avec l'air atmosphérique. Tout l'instrument forme ainsi un thermomètre à air, arrangé pour des expériences électriques. L'inventeur de cet instrument a trouvé qu'il n'y avoit pas production de chaleur quand il laissoit agir l'électricité sur l'instrument isolé, pas plus que quand il mettoit en contact les deux fils métalliques qui transmettoient l'électricité par l'appareil. Quand l'électricité doit passer d'un conducteur à l'autre par l'air contenu dans l'appareil, on voit cet air se dilater par la chaleur. Ce qui se passe dans cette expérience prouve qu'il y a deux espèces de dilatation; l'une momentanée, produite par l'irruption de l'étincelle; l'autre qui est durable et qui doit être attribuée à la chaleur. Plusieurs physiciens ont confondu ces deux sortes de dilatations, et ont prétendu que toute la dilatation produite dans l'air par l'étincelle électrique, n'étoit que passagère. Kinnersley a encore observé que l'air de son appareil se dilatoit quand l'électricité devoit passer, au moyen d'un fil de lin, d'un des conducteurs dans l'autre; et le même effet avoit lieu en employant ou un fil métallique extrêmement mince, ou quelqu'autre conducteur imparfait.

Selon les principes que nous avons exposés, l'électricité par contact doit produire une plus grande chaleur dans les bons conducteurs, que l'électricité par frottement, puisque l'électricité par contact se transmet plus difficilement. Mais cette espèce d'électricité ne peut pas produire de la chaleur dans les mauvais conducteurs, puisqu'elle ne peut pas les pénétrer.

Si on met en communication de l'eau avec une pile électrique de cent élémens, le thermomètre y indique une augmentation de température ; et si l'on ne permet pas à l'air dégagé de s'échapper, la chaleur s'élève alors à plusieurs centièmes du mètre thermique. Je rapporterai comme un exemple de ces phénomènes, une expérience faite avec une pile de 450 élémens; j'y ai exposé de l'eau contenue dans un petit canal en cire, dont la longueur étoit d'environ trois pouces sur trois lignes de largeur; ce canal étoit un peu élargi aux deux extrémités et au milieu pour recevoir les boules des trois thermomètres correspondans. La communication entre l'eau et la pile ayant été établie par des fils de platine, et la température de l'air étant à 10° centigrades, les thermomètres se sont peu à peu élevés; et après quelques minutes, celui qui étoit le plus près du conducteur positif indiquoit 20° $\frac{1}{2}$ centigrades. Le thermomètre du conducteur négatif ne marquoit que 18°, tandis que celui du milieu de l'eau s'étoit élevé jusqu'à 23°. Mais dans des fluides qui conduisent mieux que l'eau, la production de la chaleur a été plus foible. Ainsi, dans une dissolution de muriate d'ammoniaque, le thermomètre ne s'est élevé que de 3°. J'ai aussi trouvé que la chaleur étoit moins forte, quand j'avois rendu l'eau moins conductrice par une addition d'alcool. Le thermomètre du conducteur positif n'y a jamais indiqué plus de 18° $\frac{1}{4}$ au conducteur négatif de 16° $\frac{1}{4}$, et au milieu de 20° $\frac{1}{2}$.

M. Buntzen, physicien danois, a également soumis plusieurs fluides à l'action d'une pile de quinze cents élémens, dont le conducteur humide étoit une dissolution du muriate d'ammoniaque. Cette grande pile a élevé la température de l'eau de 14° Réaumur jusqu'à 23°, ce qui fait 11° $\frac{1}{4}$ thermomètre centigrade; effet plus foible que celui produit dans mes expériences, avec une de 450 élémens. La grande pile produisit, au contraire, avec une dissolution de muriate d'ammoniaque, une élévation de température beaucoup plus considérable, et le thermomètre s'éleva à 38° Réaumur, ou en 47 $\frac{1}{2}$ centigrades; et lorsque l'air ne pouvoit s'échapper que par un tube très-étroit, la chaleur devenoit encore plus grande. Les petites différences qui existent entre les résultats de mes expériences et de celles de M. Buntzen, peuvent être attribuées à la diversité de nos conducteurs humides dans nos deux piles. Ils dépendent encore de ce qu'il avoit renfermé le fluide exposé à l'action de la pile dans des tuyaux de verre; ensorte que les gaz qui se dégageoient étoient forcés

d'abandonner à l'eau une partie de leur chaleur avant de s'échapper. Les parties d'eau inégalement échauffées devoient donc peu à peu se mettre en équilibre.

Le dégagement de chaleur produit par la transmission de l'électricité de contact, et, à l'aide de conducteurs fluides, est un fait contraire à l'hypothèse, qui fait dépendre la chaleur produite par l'électricité, d'un choc ou d'une vibration mécanique ; car la vibration ne peut pas être ici fort grande, et nous savons d'ailleurs combien il est difficile, pour ne pas dire impossible, de produire de la chaleur par un frottement ou un choc entre des fluides. Les dégagemens simultanés d'air et de chaleur ne s'accordent guère non plus avec la théorie reçue du calorique. Je ne veux pas dire pourtant qu'on ne puisse écarter la difficulté par quelque explication détournée; mais on ne pourra jamais éviter de tomber dans de nouvelles contradictions.

Dans toutes ces expériences, nous avons vu que la plus grande chaleur étoit vers le milieu, et qu'elle étoit un peu plus foible au conducteur positif, et encore plus au conducteur négatif. Cette différence peut tenir à ce qu'il n'y a pas de dégagement d'air vers le milieu, et que ce dégagement n'est pas aussi considérable au pôle positif qu'au négatif.

On peut également échauffer des fils métalliques par l'électricité de contact ; il faut pour cela se servir de plaques très-larges, afin de rassembler l'électricité en grande quantité, relativement à son intensité. Il est même possible de fondre des feuilles d'or par d'assez petites piles de Volta; et Davy a fait échauffer des fils métalliques avec la grande pile, jusqu'au point de faire bouillir de l'eau mise en contact avec ces fils. Dans d'autres expériences, il a fait rougir un fil de platine de dix-huit pouces de longueur, tandis que des conducteurs d'un grand diamètre n'ont pas été plus échauffés par la pile électrique que par l'action des batteries électriques.

Un si grand nombre d'expériences confirme de la manière la plus positive ce que nous avons déjà avancé; savoir : qu'un corps est échauffé, quand il est forcé de conduire une plus grande quantité d'électricité que celle qu'il auroit librement transmise.

Pour mieux comprendre les conséquences qu'on peut tirer de cette loi générale, rappelons-nous le mécanisme de la transmission des forces électriques. Nous savons que la force qui doit

être transmise, attire celle qui lui est opposée, tandis qu'elle repousse celle de la même nature. Quand la force attirée est parvenue à une certaine intensité, il s'opère une combinaison entre elle et une partie de la force attirante, en laissant la force repoussée dans un état de liberté encore plus parfait. Cette force produit par sa faculté attractive et répulsive, une nouvelle distribution qui, un moment après, est ramenée à l'équilibre, comme l'étoit la première, et ainsi de suite.

Quand la transmission est parfaite, cette rupture et ce rétablissement de l'équilibre s'exécutent aussi parfaitement, et sans laisser subsister rien de ce trouble que la transmission avoit causé. Au contraire, lorsque la transmission est très-imparfaite, la rupture de l'équilibre subsiste long-temps; mais aussi elle ne donne, dans chaque instant de sa durée, qu'une foible activité intérieure. Mais lorsqu'un corps participe à-la-fois de la nature des bons et des mauvais conducteurs, c'est-à-dire, qu'il ne peut pas transmettre librement la quantité des forces électriques qui lui sont présentées, et qu'il est cependant forcé par des attractions contraires d'en permettre le passage, alors il se produit ce trouble intérieur qui fait paroître les phénomènes de la chaleur. Dans la transmission parfaite, l'accumulation particulière dans chaque point est presque nulle : ici, au contraire, les forces mises en opposition ne peuvent point se mettre aussitôt en équilibre; elles s'accumulent donc jusqu'à ce qu'elles acquièrent un degré d'intensité suffisant pour rompre la résistance et se réunir. L'instant où la première opposition n'a plus lieu est celui du *maximum* de la seconde, et ainsi de suite. On pourroit comparer cette action à ce qui se passe dans une série de bons conducteurs séparés entre eux par une petite couche d'air, lorsqu'on y fait parvenir une étincelle électrique. Cette étincelle, qui annonce un rétablissement d'équilibre, se répète successivement, quoique dans un temps presque imperceptible, dans toute la série. Que l'on se figure un espace où l'équilibre est rompu par une cause un peu différente, et dans lequel les points différemment électrisés sont plus rapprochés que dans le cas précédent, et l'on aura une idée assez claire de ce qui se passe dans un corps échauffé par l'action électrique, ou plutôt, comme nous le prouverons dans la suite, par toute action calorifique.

Cette action doit donc disparoître dans un point de l'espace, en même temps qu'elle vient s'exercer dans le suivant : ainsi elle ne laisse point de trace, tant qu'elle n'éprouve aucun obs-

acle; mais lorsqu'elle en rencontre un, l'effet est tout-à-fait différent. La force qui doit s'accumuler dans l'endroit où se trouve l'obstacle, n'ayant pas la liberté de se mettre ensuite en équilibre avec une force opposée dans la prolongation de la ligne, tourne son action vers un autre point où il y a moins de résistance, pour continuer la même manière d'agir. C'est aussi ce qui a eu lieu dans la réflexion de la chaleur. Quant à sa nouvelle direction, elle sera déterminée par la direction qu'elle avoit auparavant, et par celle de la résistance, ce que l'on peut déterminer d'après les principes fondamentaux de la mécanique, qui indiquent cette loi, connue de tout le monde, que l'angle formé par le rayon réfléchi avec la surface réfléchissante est égal à celui que faisoit avec cette surface le rayon incident. Il est facile de voir que tout ce que nous avons ici déduit de nos principes s'applique parfaitement à la chaleur rayonnante. Nous continuerons encore l'examen de cette forme d'action calorifique. Il est évident que celle-ci doit être mieux réfléchie par les surfaces qui ont un éclat métallique que par celles qui n'en ont point; car cet éclat annonce que la surface a peu d'inégalité, surtout dans les plus petites parties; mais nous savons aussi que les forces dont il s'agit se transmettent plus facilement à l'aide des points élevés au-dessus d'une surface que par ceux qui formeroient une surface unie. On voit donc que les corps à surface brillante doivent non-seulement réfléchir plus parfaitement la chaleur extérieure qui voudroit pénétrer, mais encore la chaleur intérieure qui voudroit s'échapper, ainsi que l'ont prouvé les belles expériences de Lesly et de Rumford. D'après nos principes, les corps les moins capables de conduire une grande quantité de forces électriques sont les plus propres à transmettre cette action calorifique; car ils sont les plus propres pour sa production, et sa propagation n'est qu'une production continue. Le petit nombre d'expériences auxquelles on pourroit appliquer ce principe le confirme encore, et surtout la grande facilité que nous trouvons dans tous les gaz pour cette sorte de transmission. Il faudroit s'assurer si les huiles ne possèdent point la même faculté à un plus haut degré que tous les autres liquides.

Nous concluons de nos principes que l'action calorifique produite dans des circonstances où les forces réagissent entre elles avec le plus d'intensité, doit aussi avoir plus de vîtesse, et par conséquent pénétrer les corps plus facilement, et y être moins arrêtée. Ceci est encore confirmé par les belles expériences de

MM. Prevot et Delaroche, qui ont prouvé que tous les rayons calorifiques ne jouissent pas de la même faculté de pénétrer les corps.

Il n'entre pas dans notre plan d'expliquer tous les phénomènes de la chaleur rayonnante. Cela a déjà été fait par des physiciens habiles, en partant des faits fondamentaux que nous venons ici de discuter. Il nous paroît seulement que tous ces faits s'expliquent très-bien d'après nos principes, et qu'ils en sont, en quelque sorte, comme une conséquence.

Nous avons jusqu'à présent considéré l'action calorifique dans l'état où elle traverse les corps, comme chaleur rayonnante dans un moment imperceptible; mais nous la voyons encore prendre souvent une forme d'activité plus lente, et constituer ce que nous appelons chaleur conduite. Pendant long-temps on n'a eu égard, dans la propagation de l'équilibre de la chaleur, qu'à cette manière d'agir; mais à mesure que l'on a mieux étudié la chaleur rayonnante, on a découvert que tout ce qui regarde la communication de l'équilibre thermique entre deux corps qui ne se touchent point, doit être expliqué par les effets de cette forme de transmission. C'est même par elle seule que nous sommes parvenus à la connoissance du mécanisme qui existe dans la communication de la chaleur. Or, le contact n'étant autre chose qu'une distance infiniment petite d'un objet quelconque à un autre, on voit bien qu'il faut partir des connoissances que nous avons acquises sur la communication de la chaleur dans les diverses distances, pour arriver à la nature moins connue de ce qui se passe dans le contact.

Ajoutons encore à cela que la chaleur conduite peut se changer en chaleur rayonnante, aussi bien que la chaleur rayonnante se peut convertir en chaleur conduite. Le même corps échauffé, qui, dans l'air, donnoit une très-grande quantité de chaleur rayonnante, ne communiquera, à un milieu liquide ou solide, presque rien que de la chaleur conduite, et il perdra, dans l'un et dans l'autre de ces deux cas également, son excès d'action calorifique. Il n'y a absolument aucune différence dans ces phénomènes, soit que ce corps ait été échauffé par de la chaleur rayonnante ou par de la chaleur conduite : tout dépend des corps environnans. Ainsi, nous avons quelque raison de supposer que la chaleur conduite n'est rien que de la chaleur rayonnante interceptée, qui attend seulement que les circonstances lui per-

mettent de prendre la forme qui lui est propre. La propriété qu'ont les corps à surfaces polies de retenir la chaleur, vient encore à l'appui de cette supposition. Il faut donc seulement, pour changer la chaleur rayonnante en chaleur conduite, qu'il y ait, dans l'intérieur des corps, un grand nombre de points de résistance qui puissent réfléchir les rayons, et les faire passer et repasser tant qu'ils ne trouveront aucune occasion d'abandonner le corps. De cette manière, les rayons sont en quelque sorte changés en oscillations qui disparoîtront à mesure que les rayons s'échapperont. On peut considérer chaque molécule comme un tel point réfléchissant. La chaleur conduite ne seroit donc autre chose que la chaleur rayonnante retenue dans les corps par la réflexion qu'exerce sur elle chaque molécule.

D'après les principes que nous avons exposés ici, il ne sera pas difficile de concevoir la production de la chaleur soit par le choc, soit par le frottement. Les expériences les plus connues démontrent d'abord que les forces opposées sont troublées dans leur équilibre par le frottement. Si l'on permet à une des forces de s'éloigner, en la mettant en communication avec la terre, on a de l'électricité. Lorsque, au contraire, cette séparation des deux corps n'a pas lieu, on n'a plus qu'un changement intérieur dans l'équilibre, et par suite les divers phénomènes de la chaleur.

La production de chaleur par le frottement est contraire à la théorie qui suppose une matière calorifique; car, d'après cette théorie, le frottement rend libre une certaine quantité de calorique que soustrait ensuite le refroidissement. Ces deux opérations alternatives peuvent être répétées à l'infini, ou plutôt jusqu'au point où les deux corps sont réduits en poussière impalpable. Mais ces corps ainsi réduits doivent encore contenir du calorique; et en effet, il n'y a pas d'expérience qui puisse faire admettre l'opinion opposée. Il faut donc, si l'on veut conserver la théorie du calorique, admettre qu'il en existe dans chaque corps une quantité infinie. M. de Rumford, auquel nous devons tant de belles expériences, a changé cette observation en une expérience exacte. Il a examiné la quantité de chaleur qui se développe quand on fore un cylindre métallique, et il a également déterminé toutes les circonstances qui pouvoient avoir de l'influence sur ce phénomène. Il a trouvé qu'après avoir obtenu 837 grains de poussière métallique en forant le cylindre, il s'étoit développé assez de chaleur pour fondre six livres et

demie

demie de glace, quantité de chaleur capable d'élever la poudre métallique jusqu'à 6636o° de Fahrenheit, ou 368,5o° met. therm. Cependant ces parties métalliques n'avoient nullement perdu de leur capacité pour le calorique, ce qui auroit dû avoir lieu si la théorie du calorique, admise jusqu'à présent, étoit entièrement fondée. Il est bien vrai qu'on ne peut attribuer toute la chaleur produite dans ces expériences, aux parties détachées par la foration, et que le cylindre, ainsi que le fer, qui servoit à forer, en ont aussi fourni une certaine quantité. Il ne faut cependant pas oublier que la chaleur commence à se dégager dans les parties les plus fortement attaquées; car il n'est pas vraisemblable que le calorique quitte les parties les moins comprimées pour se porter vers celles qui éprouvent le plus grand frottement. En n'attribuant même aux parties détachées que le dixième de la chaleur développée, cette chaleur seroit encore six fois au-delà de celle qui seroit nécessaire pour porter ces parties à une incandescence visible au jour; et cependant tout ce dégagement a lieu sans changement dans la capacité.

On a voulu opposer à ce raisonnement, qu'une pièce de monnoie, soumise à l'action du balancier, ne produisait plus de chaleur lorsqu'elle ne pouvoit plus être comprimée. Mais cette expérience prouve seulement, ce qui étoit d'ailleurs évident, que dans tous les cas où la compression agit, il n'y a plus de production de la chaleur lorsqu'il n'y a plus changement de volume. La même limite n'existe pas à l'égard de la commotion intérieure produite par le frottement. Aussi, M. de Rumford a-t-il trouvé, dans ses expériences, qu'en continuant à forer le même canon, une quantité donnée de parties détachées de ce canon rendoit libre la même quantité de chaleur soit au commencement, soit à la fin de l'opération. Cet effet prouve en même temps que la compression du cylindre d'acier qui sert à forer, et celle des parties voisines dans le cylindre foré n'ont pas une grande influence sur le dégagement de chaleur.

Il faut donc, si l'on admet une matière calorifique comme cause de la chaleur, en supposer une quantité infinie dans chaque corps; et ceux qui ne voudront pas aller si loin, seront du moins forcés à y admettre une quantité prodigieuse de cette matière fictive. C'est aussi ce que l'on fait lorsqu'on regarde le vrai zéro de la chaleur comme à une grande distance au-dessous du point de la congélation. Mais en faisant cette supposition, il faudroit indiquer quelle est la force qui retient, dans un corps,

une si grande quantité d'une matière si expansive; car il est clair que cet effet ne peut être produit par la pression du calorique contenu dans les autres parties de l'espace. Du moins, si l'on veut expliquer la propagation de la chaleur selon les lois du mouvement des fluides élastiques, et sans se servir des attractions particulières, on est obligé de prétendre que le vide offre à la chaleur une transmission plus facile, et qu'il a en même temps la plus grande capacité pour la chaleur, ce qui s'éloigneroit beaucoup de la vérité. D'un autre côté, si l'on regarde le calorique comme retenu dans les corps par une sorte d'attraction, cet effet ne peut dépendre de l'attraction universelle, puisque le calorique spécifique devroit alors être en proportion des forces attractives, c'est-à-dire à proportion des masses, ce qui n'est pourtant pas d'accord avec l'expérience. D'ailleurs, l'attraction qui doit retenir la chaleur ne peut pas être la même que l'attraction chimique; car nous ne connoissons aucune attraction chimique qui attire très-fortement un corps vers tous les autres, ou bien qui fasse entrer un corps dans des combinaisons très-intimes avec eux. On pourroit encore croire que les corps ont une attraction particulière pour le calorique; mais ce seroit appuyer une hypothèse par une nouvelle hypothèse, et cependant on n'éviteroit guère pour cela toutes les difficultés. Il seroit en effet étonnant qu'une force aussi immense que celle qui est nécessaire pour comprimer le calorique plusieurs milliers de fois, pût être facilement vaincue par une force mécanique, comme la pression ou le choc. Enfin, quelle que soit la modification qu'on veuille donner à l'hypothèse du calorique, la grande difficulté subsistera toujours, qu'on n'a jamais prouvé qu'un corps ait perdu du calorique spécifique en dégageant de la chaleur par le frottement, et que les expériences de M. de Rumford nous ont même donné un exemple du contraire.

La production de la chaleur par le choc et le frottement peut nous servir encore à prouver qu'il existe dans tous les corps une immense quantité des mêmes forces qui produisent la chaleur. Que l'on divise un corps autant qu'il est possible, qu'on lui enlève autant de chaleur qu'il est possible, la propriété de devenir électrique par distribution, et de donner de la chaleur par le frottement, ainsi que par le choc et par la pression, est aussi inépuisable que la matérialité elle-même. En considérant combien ces forces sont à-la-fois universelles et inépuisables,

on est confirmé dans l'opinion qu'elles sont forces fondamentales de la matière.

Nous avons vu, par ce qui précède, que c'est de la partie prépondérante d'une de ces forces que dépendent les propriétés chimiques d'un corps. Cette quantité prépondérante doit être très-petite en comparaison de celle des forces qui sont en équilibre. Un coup-d'œil attentif sur ces nombreux phénomènes où les forces chimiques sont épuisées, et l'impossibilité d'épuiser ainsi la chaleur d'un corps, suffisent pour nous en convaincre.

La dilatation des corps en général ne doit pas être attribuée à ces forces prépondérantes, mais à la propriété expansive de celles qui sont en équilibre, et qui produisent une dilatation plus ou moins grande selon l'intimité de leurs combinaisons. Si un corps occupe d'autant moins de volume que ses forces sont plus intimement réunies, ou qu'il soit d'autant plus dilaté que cette réunion est moins intime, le corps le plus échauffé, et dans lequel l'équilibre des forces est le plus troublé, doit être plus dilaté qu'un corps froid dans lequel l'équilibre seroit plus intime. Ainsi cette grande loi, que la chaleur dilate tous les corps, et que le refroidissement les resserre, se déduit facilement de nos principes.

Après avoir fixé les principes fondamentaux de la théorie de la chaleur, il faut examiner les autres lois relatives à sa production et aux circonstances où elle disparoît.

Tous les corps contiennent de la chaleur par une suite de leur réaction continuelle les uns sur les autres, ensorte que l'équilibre est rompu à chaque moment. Les forces propres de chaque corps sont toujours en opposition contre les forces extérieures qui tendent à rompre cet équilibre. C'est ainsi que se produit la tension qui détermine l'état de chaleur d'un corps. Si les forces opposées pouvoient parvenir à un équilibre parfait, ces corps cesseroient de réagir les uns sur les autres, c'est-à-dire de remplir un espace en contact avec les autres, ou même d'agir sur nos sens.

La chaleur diminue la cohésion des corps; elle rend mous ceux qui sont solides, et finit par les faire passer à l'état liquide. Elle augmente également la fluidité des corps liquides, et les change enfin en vapeurs. On a souvent confondu la cohésion avec la dureté. La première s'oppose à la séparation des parties, la seconde à leur déplacement. Quand il y a une homogénéité

parfaite dans l'intérieur d'un corps, chaque partie a une tendance égale à se mouvoir dans toutes les directions possibles, et il ne peut pas y avoir d'obstacle au déplacement d'une partie, car sa place est indifférente. La résistance qui s'oppose à la rupture peut néanmoins être assez grande dans ce corps. Il est bien vrai que la résistance des corps solides contre le déplacement de leurs parties les empêche de se briser facilement; mais cela ne doit pas être considéré comme un effet primitif de la cohésion, mais comme un résultat secondaire. La dureté est une suite des directions particulières qu'ont prises les forces; elle doit donc être diminuée par la rupture de l'équilibre intérieur que l'action calorifique a produite; car il est évident que la valeur d'une activité particulière devient plus foible par comparaison quand les autres forces augmentent. Outre cela, ces activités particulières sont encore immédiatement affoiblies par le trouble d'équilibre qui accompagne la chaleur; et cette réaction parvient enfin à un point où ce qui restoit des directions particulières disparoît dans un moment, et fait passer le corps à l'état fluide. Dans quelques corps, ce changement arrive successivement. Si la dureté n'étoit qu'un certain degré de cohésion, celle-ci seroit égale à zéro dans les fluides, ou du moins très-près de zéro; ce qui est contraire aux expériences sur la cohésion. La disparition des formes cristallines, dans le moment où les corps passent de l'état solide à celui de fluidité, nous fait assez voir que la dureté et la propriété que nous appelons solidité, dépendent de cette fixité des directions, et non pas immédiatement de la cohésion. Le grand nombre d'expériences que l'on a faites sur la cohésion des corps solides, nous en fait plutôt connoître le degré de solidité, que la cohésion. Cette propriété n'est pas seulement déterminée, comme nous l'avons déjà fait sentir, par la cohésion primitive et par la dureté, mais elle l'est aussi par la ductilité; car un corps qui est trop fragile se rompt par le moindre déplacement de ses parties. La fragilité est aussi fort souvent diminuée par la chaleur, et c'est toujours la suite immédiate de cette activité. S'il existe un grand nombre d'exceptions apparentes de cette loi, elles sont produites ou par la fusibilité, ou par la volatilité inégale des élémens d'un corps; car la tendance vers une décomposition chimique produit en même temps une solution de continuité mécanique. Plusieurs sels, exposés à un air sec, tombent en efflorescence,

et nous donnent l'exemple d'une division mécanique produite par une décomposition chimique. Dans les fluides il n'y a ni fragilité ni dureté, et l'on doit les regarder comme étant au *minimum* de l'une et de l'autre.

Les bons conducteurs de la chaleur sont aussi les meilleurs conducteurs de l'électricité; mais on ne peut pas admettre la proposition inverse en disant que tous les bons conducteurs de l'électricité sont aussi de bons conducteurs de la chaleur. Le charbon, le carbure de fer, et vraisemblablement les oxides saturés de plomb et de manganèse, qui sont de bons conducteurs de l'électricité, ne le sont pas pour la chaleur. Il faut cependant remarquer que ces corps sont les derniers entre les bons conducteurs électriques; et en effet, les forces qui, comme dans la chaleur, sont dans un état presque latent, supposent une beaucoup plus grande faculté conductrice pour être transmis dans un état plus libre.

La faculté conductrice des corps pour l'électricité, l'action calorifique et l'action chimique augmentent avec l'élévation de la température; car la rupture d'équilibre, nécessaire à la transmission, y est déjà commencée. On pourroit bien objecter à cela, que les vapeurs ont beaucoup moins de faculté conductrice que les corps dont elles proviennent; mais cela doit être attribué à la grande dilatation qui y a lieu; car la distance des parties rend toujours la transmission plus difficile.

Les mêmes principes nous font juger pourquoi la chaleur favorise en général, soit les combinaisons, soit les décompositions chimiques; car les forces chimiques étant les mêmes que les forces électriques, leurs actions doivent aussi être favorisées par les mêmes moyens, avec cette seule différence, que les forces chimiques qui sont dans l'état le plus latent, demandent une plus grande faculté conductrice pour être transmises; et puisqu'une très-foible électricité, quoique libre, peut être isolée par une couche extrêmement mince d'un mauvais conducteur, on peut supposer que les forces chimiques peuvent être tellement isolées dans un corps, qu'elles ne sortent pas de leur état par le contact le plus immédiat entre deux corps, à moins qu'elles ne soient attirées par des forces considérables, ou que leur union soit favorisée par la chaleur. On conçoit aussi que le trouble occasionné dans l'équilibre des corps par l'action de la chaleur, doit les disposer à s'unir, en donnant une plus grande activité

commune aux forces répandues dans les corps; ensorte que les activités particulières qui seules peuvent s'opposer à l'union, ont, par rapport à l'activité totale, moins d'influence. Enfin, il est évident que ce mouvement intérieur, cette séparation commençante des forces d'où résulte la chaleur, et qui en même temps diminue si considérablement la cohésion, doit aussi favoriser le mouvement chimique. On a depuis long-temps voulu expliquer cette influence de la température par les changemens de cohésion et de volume qui l'accompagnent; mais les principes que nous venons d'exposer, nous obligent de regarder la diminution de la cohésion et la plus grande mobilité chimique, si l'on peut s'exprimer ainsi, comme la suite d'une même cause, c'est-à-dire qu'elle dépend de ce trouble d'équilibre qui produit la chaleur. L'expérience s'accorde aussi bien avec cette opinion. Nous connoissons, par exemple, plusieurs corps qui peuvent être mis en contact à une certaine température, sans se combiner, mais qui par une élévation de température, qui ne suffit nullement pour fondre le plus fusible d'entre eux, s'unissent et deviennent liquides, effet qu'il n'est pas possible d'attribuer au foible changement de cohésion qui a lieu ici. Le même raisonnement s'applique encore avec plus de force aux phénomènes que nous présentent les gaz. La chaleur les dilate et en écarte les molécules, ce qui sembleroit devoir diminuer la tendance qu'ont leurs principes pondérables pour s'unir. Mais cet effet dont l'influence se fait toujours ressentir, est souvent vaincu par une autre activité qui favorise la combinaison, et qui ne peut être une diminution de cohésion, puisque les gaz sont déjà assez dépourvus de cette propriété. Notre explication s'applique également à toutes les circonstances, et fait aisément concevoir comment la chaleur facilite le mouvement chimique, en augmentant la mobilité des forces; ensorte qu'elle doit aussi bien faciliter les décompositions que les compositions. Ainsi tous les changemens produits dans les actions chimiques par la chaleur, résultent naturellement d'un principe simple, et en même temps lié aux autres principes que nous avons déjà établis.

Il se dégage de la chaleur dans chaque combinaison chimique qui se fait avec beaucoup d'intensité. L'on a voulu déduire ce fait de la contraction qui l'accompagne. M. Berthollet a bien senti la difficulté d'une telle explication; aussi a t-il présenté ce fait, sans vouloir en donner la cause comme une loi générale. Nous ferons voir que cette loi peut être considérée

comme une conséquence nécessaire des principes que nous avons exposés. On s'aperçoit déjà au premier coup-d'œil que les actions chimiques très-fortes ne sont produites que par des forces opposées très-intenses. Mais ce sont précisément des forces semblables qui doivent produire de la chaleur; car elles tendront vers la réunion par leur attraction naturelle, tandis que leur état latent les empêchera d'être parfaitement conduites. On peut ajouter à cela, que même les forces en équilibre doivent être troublées par un tel mouvement intérieur des forces. Le résultat d'une combinaison par des forces opposées est, en général, une contraction : ainsi ces deux choses, dégagement de chaleur et contraction, sont l'effet de la même cause. Il faut cependant remarquer que la contraction n'est pas encore parvenue à son terme, avant que la chaleur produite se soit mise en équilibre avec celle des corps environnans. La combustion nous fait voir la combinaison des forces les plus opposées, et en même temps la plus grande production de chaleur. Quand la combinaison de l'oxigène avec le corps combustible s'opère par la voie humide, il se dégage ordinairement un gaz, comme du gaz nitreux, de l'acide nitrique, du gaz hydrogène, des acides sulfuriques et muriatiques affoiblis. Quoique ces dégagemens de gaz doivent absorber de la chaleur, il y en a cependant toujours un excès, ce qui ne s'accorde pas avec la théorie du calorique. Il faudroit donc croire que le métal dissous et l'oxigène déjà fort condensé dans l'acide, fournissent par leur condensation ultérieure le calorique nécessaire pour échauffer toute la masse, et en même temps les gaz et les vapeurs qui se dégagent.

Cette explication ne s'applique cependant pas à toutes les expériences de ce genre : il en est plusieurs dont le résultat est évidemment une dilatation et non pas une contraction. Par exemple, quand le fer se dissout dans l'acide muriatique, il se produit un dégagement de gaz hydrogène, et le fer oxidé se combine en même temps avec l'acide, pour former un sel déliquescent. La grande cohérence du fer s'est donc perdue dans cette dissolution, et ce sel même, ramené à un état solide, se distingue encore par une grande volatilité. Si l'on vouloit supposer des condensations partielles comme celle de l'oxigène avec le fer, et de l'oxide de fer avec l'acide, et expliquer ainsi la chaleur dégagée dans ces condensations, on seroit obligé de prétendre que la capacité de la dissolution métallique avec celle du gaz hydrogène dégagé est moindre que la capacité du métal

dissous et de l'acide dissolvant. Mais l'hydrogène a beaucoup plus de capacité pour la chaleur que l'eau, l'acide muriatique ou le fer : en se formant, les vapeurs absorbent de la chaleur. Il faudroit donc supposer que toute cette quantité de calorique employée à la formation du gaz et des vapeurs, ainsi qu'à l'élévation de la température du liquide et de tous ces corps, provient du fer et de l'acide muriatique, c'est-à-dire des deux corps qui ont le moins de capacité, et dont l'un est évidemment amené à un état beaucoup moins condensé.

Quand les acides et les alcalis se combinent, il doit y avoir, selon nos principes, production de chaleur; et l'expérience le prouve. Les alcalis et les acides les plus énergiques produisent une chaleur très-intense, même les plus foibles donnent une chaleur sensible. J'ai essayé des dissolutions qui ne contenoient pas en acide et en alcali le vingtième du poids de l'eau, et qui cependant, par leur mélange, donnoient encore assez de chaleur pour faire monter le thermomètre de plusieurs degrés. On observe même qu'il y a dégagement de chaleur, lorsque l'alcali a contenu de l'acide carbonique qui s'est dégagé en état de gaz; ce qui est contraire à la doctrine du calorique. Quand on mêle, par exemple, de l'acide sulfurique délayé avec du carbonate de chaux, il y a un dégagement de gaz acide carbonique, et formation de sulfate de chaux. Ce dernier sel et le gaz dégagé devroient donc avoir ensemble moins de capacité que le carbonate de chaux et l'acide sulfurique délayé. Nous savons encore que la combinaison de l'acide carbonique avec la chaux produit de la chaleur; par conséquent le carbonate de chaux devroit également avoir une plus foible capacité que l'acide carbonique et la chaux pris ensemble. On est donc forcé d'admettre que toute la chaleur dégagée et celle nécessaire pour la formation du gaz, sont produites par le calorique latent de l'acide sulfurique, qui a déjà perdu une quantité de la chaleur, en se combinant avec l'eau. Tout cela devient encore plus évident en substituant l'acide nitrique à l'acide sulfurique; car Lavoisier et M. de Laplace ont prouvé que la capacité du nitrate de chaux est plus grande que celle de la chaux et de l'acide pris ensemble.

Nous avons déjà remarqué que les alcalis se combinent avec l'eau, comme si c'étoit un acide, et les acides, comme si c'étoit un alcali. Nous voyons même que la quantité d'eau retenue avec force par un acide, contient autant d'oxigène que l'alcali

nécessaire

nécessaire à la neutralisation du même acide. Cependant les acides attirent encore l'eau au-delà de ce point de saturation; mais ils perdent peu à peu, par leur saturation même, cette force attractive. Les alcalis très-solubles sont dans le même cas; et lorsqu'ils ont pris toute l'eau nécessaire à leur cristallisation, on voit qu'ils en attirent encore une grande quantité de l'air. On pourroit donc penser que les corps solides et liquides sont à peu près parvenus aux limites de leur attraction énergique pour l'eau, lorsqu'ils n'en soutirent plus de l'atmosphère. Il y a aussi également un certain nombre de sels qui attirent l'humidité de l'air. On a raison de croire que cette attraction des sels pour l'eau est la suite d'une attraction très-foible entre leurs élémens. Mais cependant on ne peut encore en donner une explication exacte. Il suffit de ne point voir ces faits en contradiction avec notre théorie, et de s'être assuré que toutes ces combinaisons intenses troublent l'équilibre intérieur, et produisent de la chaleur.

Un composé produit par l'union intime de deux corps qui s'attirent avec une très-grande force, se trouve, après la dispersion de la chaleur, dégagé pendant leur combinaison, dans un état semblable à celui où une plus basse température mettroit des corps d'une composition moins intime. La fusibilité des oxides métalliques, qui est beaucoup moindre que la moyenne de leurs élémens, et qui le plus souvent même est au-dessous de celle du métal dont ils proviennent, confirme cette loi. En outre, ces oxides sont de mauvais conducteurs de la chaleur. Quant à la facilité de leur décomposition, il n'y a pas moyen de la comparer avec celle de leurs élémens, que nous ne connoissons pas encore. Nous n'oserons pas la faire à l'aide du raisonnement; car il y a ici un si grand nombre de circonstances possibles, que toutes les analogies ne pourroient nous conduire à un résultat assez probable; mais nous pourrons encore voir nos principes se confirmer, en ayant égard aux combinaisons des alcalis et des acides les plus énergiques. Ainsi nous voyons que deux substances gazeuses, l'une alcaline et l'autre acide, forment un corps solide, et aussi, dans d'autres cas, les sels neutres ont plus de cohérence et moins de fusibilité que la moyenne des élémens. Mais il ne faut point négliger d'avoir égard dans les sels aux alcalinités et aux acidités latentes dont nous avons parlé; car celles-ci peuvent occasionner une rupture d'équilibre dans le sel, et produire ainsi une moindre cohésion que celle qu'on

avoit calculée. Cela surtout a lieu dans les combinaisons des acides et des alcalis d'une cohérence considérable. C'est ainsi que nous trouvons que la chaux et la silice donnent des combinaisons plus fusibles que leurs élémens composans. Il est aussi certain que les élémens sont moins aisés à être décomposés dans les combinaisons fortes, qu'ils ne le sont hors de leurs combinaisons. Cela est confirmé par les acides qui se décomposent le plus facilement, et qui, réunis avec un alcali, cèdent avec plus de difficulté leur oxigène à un corps combustible. Ces mêmes acides ne sont pas aussi volatils dans leur état neutre que dans leur état libre, et ce fait s'accorde encore parfaitement avec notre théorie.

Dans les combinaisons, où la rupture de l'équilibre est plus considérable que l'action des forces contractives, il se produit un état analogue à celui qui résulteroit d'une température élevée. Ce sont les combinaisons d'un grand nombre de corps avec l'eau qui nous fournissent les exemples les plus évidens de cette loi. Quand un acide, un alcali, ou un sel qui attire très-fortement l'eau, se combinent avec ce fluide, il y a rupture dans l'équilibre, ainsi que nous l'avons déjà démontré; et la chaleur produite se met bientôt en équilibre avec le milieu environnant. Dans la portion de l'eau qui est très-fortement attirée par l'alcali ou l'acide, l'effet de la contraction surpasse encore le trouble de l'équilibre; mais dans l'eau excédante, le contraire a lieu. Cette eau est dans un état chimique, semblable à celui produit par une température élevée. Ainsi elle conduira mieux l'électricité, sera plus facilement décomposée, et se solidifiera moins vîte par l'abaissement de la température. Tout cela est tellement d'accord avec l'expérience, qu'il n'est pas nécessaire de rappeler les faits particuliers qui le prouvent. Tout ce grand nombre de phénomènes que nous avons ici ramenés à un principe, ne s'explique pas sans de grandes difficultés dans la théorie généralement admise. La facile oxidation des métaux par l'eau mélangée soit avec des acides, soit avec des alcalis, soit avec des sels, n'a pas été jusqu'à présent expliquée d'une manière satisfaisante. L'affinité de l'acide ou de l'alcali pour le produit de l'oxidation, quelque influence qu'elle puisse avoir sur le progrès de la solution du corps combustible, ne peut cependant pas être considérée comme la cause qui rend l'eau plus décomposable, lorsqu'elle est mêlée avec un alcali, ou un acide, ou un sel; car

ces corps ne favorisent seulement pas la décomposition de l'eau dans le cas où il y a un corps combustible à dissoudre, mais ils favorisent également cette décomposition, dans le courant électrique, soit que les conducteurs s'oxident, soit qu'ils ne s'oxident pas. On n'a pas même tenté de rendre raison de l'augmentation de la conductibilité et de l'abaissement du point de congélation, qui sont cependant des phénomènes très-remarquables.

Ce n'est que relativement aux combinaisons de l'eau avec les autres corps, qu'il est prouvé que les substances qui forment un composé plus fusible qu'elles ne sont elles-mêmes, y deviennent plus décomposables. On devroit, par exemple, examiner si l'élément le moins actif d'un verre composé de chaux et de silice, ou de magnésie et d'alumine, ne seroit pas plus facilement désoxidé par le fer, que chaque élément dans son état de liberté.

Les grands changemens de température qui s'opèrent lorsqu'un corps passe d'un état de cohésion à un autre, s'expliquent facilement dans notre théorie; ou plutôt leur loi n'est qu'une suite nécessaire de la loi fondamentale que nous avons établie pour la chaleur. Tout dépend dans ces phénomènes, d'un changement de conductibilité et de capacité pour les forces primitives. Si l'on prend les corps de volumes égaux, la quantité d'électricité qu'ils peuvent transmettre est toujours en rapport avec la facilité de la transmission, ou, comme on l'appelle ordinairement, la faculté conductrice. Mais si, au contraire, on compare les corps à masses égales, on en trouve qui sont capables de transmettre une grande quantité de forces, sans cependant leur offrir un passage facile. On dira d'un corps qui, sous des conditions données, peut recevoir une plus grande quantité de forces qu'un autre, qu'il a plus de capacité pour ces forces. L'action qu'exerce un corps par sa propriété conductrice, doit être en raison composée de la facilité de transmission et de la quantité transmise. On pourroit appeler cette propriété résultante le *pouvoir conducteur* d'un corps. C'est ce pouvoir conducteur dont les changemens décident un si grand nombre de changemens de température.

Nous avons établi comme loi fondamentale pour l'activité calorifique, qu'il y en a production toutes les fois qu'un corps est pénétré d'une quantité des forces primitives qui excède son pouvoir de les transmettre. Il s'ensuit nécessairement qu'un corps

qui vient à diminuer de son pouvoir conducteur, doit augmenter en température; et que, *vice-versâ*, un corps dont le pouvoir augmente, doit descendre à une température plus basse.

Cette loi, qui découle d'une manière si naturelle de notre premier principe, se trouve entièrement confirmée par les faits. Nous savons que la fusion rend les corps meilleurs conducteurs, et nous avons de même trouvé que cette opération fait disparoître une certaine quantité d'activité calorifique. L'expérience nous a fait voir que la vaporisation fait également disparoître l'activité calorifique; mais le produit de la faculté conductrice et du volume de la vapeur, doit aussi être beaucoup plus grand que ce même produit dans la masse solide ou liquide qui s'étoit vaporisée. Les effets contraires au retour des vapeurs à la liquidité, et des liquides à l'état solide, s'expliquent maintenant d'eux mêmes, d'après nos principes.

On a dit que la dilatation de l'air augmente sa faculté conductrice, et nous pourrions acquiescer à cette assertion, comme très-propre à nous faciliter l'explication du froid produit toujours quand l'air est raréfié. Nous n'oserons cependant regarder les expériences sur lesquelles on a fondé cette assertion, comme assez concluantes. Il faut sans doute distinguer la transmission par étincelles de celle par la faculté conductrice. Si l'on ne vouloit pas faire cette distinction, on seroit obligé de considérer l'air atmosphérique même comme un excellent conducteur; ce qui seroit contraire à toutes nos autres expériences. Il faut aussi distinguer une action rayonnante et une action conduite pour l'électricité comme pour la chaleur. On pourroit attribuer à l'action électrique rayonnante ces attractions et répulsions électriques qui s'exercent entre des corps qui ne sont pas en contact entre eux, sans mettre les corps intermédiaires dans un état électrique indépendant; mais la transmission qui met les corps dans un état électrique plus durable, pourroit être appelée l'*action conduite*. L'action rayonnante permet aux forces électriques de deux corps qui sont éloignés entre eux, de s'attirer assez fortement pour franchir le milieu qui les sépare (en en mettant une partie dans l'état de la plus haute incandescence), et de se transporter ainsi d'un point de l'espace à l'autre. C'est cette transmission violente qui a lieu dans l'air libre, et qui s'opère encore plus facilement dans l'air raréfié, parce que le corps, qui a la moindre masse, est le plus facilement mis dans cet état de

surchargement, qui est nécessaire pour cette sorte de transmission. Or, laissant indécise la question « si l'air raréfié a la » même faculté conductrice que l'air plus dense, » nous pouvons toujours assurer que l'augmentation de la capacité conductrice produite par la dilatation, l'emporte de beaucoup sur le changement qui pourroit en même temps s'opérer dans la faculté conductrice; ensorte que le pouvoir conducteur de l'air doit être beaucoup augmenté par la dilatation de l'air, et diminué par sa compression. Ainsi nos principes exigent que la dilatation de l'air produise un abaissement de sa température, et que sa compression, au contraire, l'augmente; elle est donc encore ici conforme avec l'expérience.

On avoit observé qu'un grand nombre de dégagemens de chaleur est accompagné d'une diminution de la capacité pour l'action calorifique, et que d'un autre côté il y a souvent une augmentation de capacité où la chaleur disparoît. Cette observation a donné lieu à une loi trop généralisée, c'est-à-dire, que tout dégagement de chaleur qui s'opère dans un corps ou dans un mélange de plusieurs corps, doit son origine à une diminution de capacité, et que toute absorption de chaleur dépendoit d'une augmentation de la capacité pour la chaleur. A la vérité, quelle que soit d'ailleurs la théorie de la chaleur qu'on adopte, il paroît assez naturel de croire qu'un corps qui, après avoir abandonné une quantité de ses forces calorifiques, se tient encore à la même température, en équilibre avec l'action calorifique des corps environnans, doit aussi, toutes les autres conditions égales, exiger une moindre quantité des mêmes forces pour garder cet équilibre à une température différente. Nous ferons usage du même raisonnement dans notre théorie; mais nos recherches antérieures nous ont fait voir qu'on avoit donné trop de latitude à la loi qu'on avoit établie. Nous avons trouvé que l'union des deux corps qui ont des forces opposées, donne une production de chaleur, sans pour cela diminuer les forces calorifiques qui y existoient auparavant. Nous avons aussi trouvé que le seul trouble qu'opère une attraction chimique dans l'équilibre, peut exciter une action calorifique, indépendante de celle qui y existoit avant le mélange. Ainsi nous devons faire une restriction, indiquée aussi par l'expérience, dans la loi dont nous venons de parler, en admettant seulement, que le dégagement de chaleur est accompagné d'une diminution de la capacité où

il n'y a point eu de l'action calorifique produite par la réaction des forces primitives. De cette manière, les principes généraux se concilient bien avec l'expérience, si nous en exceptons une seulement faite dans le dernier temps, qui indique une moindre capacité pour les vapeurs de l'eau que pour l'eau liquide; mais les auteurs de cette expérience ne la regardent pas eux-mêmes comme assez concluante. Si un tel résultat se confirmoit, il nous obligeroit à un grand nombre de nouvelles recherches.

Quand la fusion s'opère par des forces chimiques, la rupture d'équilibre devroit produire de la chaleur; mais l'augmentation de la conductibilité doit en même temps produire du froid, et cela s'accorde parfaitement avec l'expérience. Ainsi, pour que les alcalis, les acides et les sels produisent du froid en les mêlant avec de la glace, il faut qu'ils soient combinés avec une certaine quantité d'eau; et c'est en se combinant avec ce liquide, qu'ils dégagent une assez grande quantité de chaleur. Lorsque ces corps sont saturés jusqu'à un certain point, une nouvelle addition de ce fluide ne fait plus dégager du calorique, parce que l'eau qu'on fait entrer dans la combinaison, gagne en faculté conductrice, et produit ainsi assez de froid pour balancer la chaleur qui devroit se développer par la rupture de l'équilibre intérieur. C'est dans cet état que, mélangés avec la neige, ils opèrent le plus grand abaissement dans la température. On conçoit ainsi facilement que le même corps qui, mélangé avec l'eau, développe de la chaleur, puisse produire du froid avec la glace. Mais lorsqu'un sel cristallisé fait abaisser la température en se dissolvant dans un acide, cet effet doit être attribué à l'augmentation de la faculté conductrice dans le sel, qui passe de l'état solide à l'état fluide. C'est surtout l'eau de cristallisation qui produit cet effet, l'acide en étant déjà saturé. L'action d'un acide sur un sel anhydre doit être presque toujours assez forte pour développer plus de chaleur par le trouble de l'équilibre, que du froid par l'augmentation de la faculté conductrice. Il y a enfin grande apparence que les acides perdent souvent plus de leur faculté conductrice en se combinant avec un sel, que le sel ne gagne par sa dissolution.

Il seroit fort intéressant de déterminer la grandeur de l'influence de la conductibilité électrique sur les changemens de température. Cela seroit de la plus grande importance, non

seulement en soi-même, mais aussi en nous mettant en état de déterminer la grandeur des attractions chimiques par la chaleur qu'elles produisent; ce qui serviroit de base à des recherches de mathématique chimique.

Avant de quitter ce sujet, il nous faut examiner une circonstance de ce phénomène. On observe que l'échauffement d'un corps est accompagné dans certaines circonstances, d'une augmentation de combustibilité, et que le froid se montre avec un excès de force comburente. Ainsi l'on croit reconnoître qu'une pointe électrisée positivement produit une sensation de chaleur, tandis que celle qui possède l'électricité opposée produit une sensation de froid. On pourroit attribuer la sensation de chaleur au trouble de l'équilibre dans la peau, et celle de froid à l'évaporation, que Schübler a reconnue dans tous les corps refroidis par l'électricité. En se mettant soi-même en communication avec une pile galvanique, on éprouve un sentiment de froid à la partie du corps en contact avec le pôle positif, tandis que celle exposée au pôle négatif ressent de la chaleur. Cet effet est surtout le plus marqué, lorsqu'on ne met qu'un doigt en contact avec chaque conducteur. Mais si l'on prend une pile très-forte (nous la supposons de 300 élémens), on éprouve ces sensations d'une manière tout-à-fait opposée. On peut aussi construire une pile d'une grandeur moyenne, telle que l'on a le sentiment de la chaleur aux deux pôles. Au reste, la grandeur de la pile doit être modifiée selon la sensibilité de celui qui se soumet à l'expérience. Ritter, qui a découvert ce phénomène remarquable, a également observé que la saveur produite sur la langue par les conducteurs galvaniques, peut être également renversée; ensorte que l'on a toujours le sentiment de la chaleur du même côté où l'on obtient une saveur alcaline, et le froid au pôle où l'on éprouve la saveur acide. Cette particularité, quelque remarquable qu'elle soit, ne prouve rien sur la nature de la chaleur. Ses actions qui ont lieu dans les corps vivans, sont encore trop obscures pour que l'on en puisse déduire quelques preuves physiques.

Un corps échauffé mis en contact avec un autre de la même nature, mais froid, agit dans l'arc galvanique comme un corps plus combustible. Cela peut s'expliquer par la plus grande faculté conductrice qu'a un corps plus échauffé; car le corps le plus combustible doit avoir une plus forte action électrique.

Ritter a aussi cru reconnoître que de l'eau mêlée avec quelques gouttes d'acide muriatique, convertit, en se gelant, cet acide en acide muriatique oxigéné, ensorte qu'il pouvoit dissoudre des feuilles d'or. Mais cette expérience ne paroît pas exacte, et n'a pas réussi à d'autres physiciens.

Ainsi il ne nous paroît pas nécessaire d'admettre dans la chaleur aucune prépondérance d'une des forces. Mais s'il y a quelque prépondérance des forces positives ou négatives dans la chaleur ou dans le froid, elle consiste certainement dans les directions des activités, et non pas dans leur quantité.

Comparons maintenant notre théorie de la chaleur avec celles qui ont été adoptées jusqu'à présent. Les anciens naturalistes ayant principalement porté leur attention sur la force nécessaire à la production de la chaleur, et à la vive activité qui se manifeste dans tous ses phénomènes, ont regardé la chaleur comme une suite du mouvement qui avoit lieu dans les molécules des corps. Les physiciens modernes ayant au contraire considéré principalement les actions chimiques, et surtout cette activité secrète qui a tant de part dans la production du froid, ont adopté une matière calorifique qui peut se réunir chimiquement avec les corps, et se séparer par des forces chimiques qui peuvent tantôt être à l'état libre, tantôt à l'état latent. La première pourroit être appelée la théorie mécanique, et la seconde la théorie chimique de la chaleur. Quant à la nôtre, on pourroit l'appeler dynamique, puisqu'elle part des forces primitives. La théorie mécanique paroît au premier aperçu avoir quelque avantage sur la théorie chimique, quant à la base sur laquelle elle s'appuie; car elle part d'un fait bien constaté; savoir : qu'on développe de la chaleur en mettant en mouvement les particules intérieures des corps. La théorie chimique commence au contraire par admettre une matière calorifique, dont l'existence n'est fondée sur aucune preuve réelle; mais si l'on examine les faits dans leur ensemble, on voit bientôt que la théorie mécanique nous mèneroit à des conséquences peu conformes avec la nature des choses. En effet, si nous voulons suivre avec rigueur ses principes, on devroit regarder toutes les actions chimiques comme une suite de mouvemens intérieurs. C'est même cette conséquence naturelle qui a fait triompher la théorie du calorique, lorsque les faits chimiques, bien examinés, n'ont plus permis de les déduire des propriétés purement mécaniques. Aussi, en

examinant

examinant avec attention les phénomènes qui servent de base à la théorie mécanique, on voit clairement que la production de la chaleur est accompagnée de quelque mouvement; mais il est très-arbitraire de regarder ce mouvement comme purement mécanique. La théorie dynamique ne repose sur aucun principe arbitraire; car elle commence par prouver qu'il y a *deux forces répandues dans toute la nature, lesquelles sont la base de toute action chimique*, comme de toute existence mécanique. Elle démontre encore une loi d'après laquelle la réaction de ces forces produit de la chaleur. Ainsi par cette loi fondamentale de la production de la chaleur, s'expliquent tous les phénomènes où il s'en dégage, soit par des moyens mécaniques, soit par des moyens chimiques. Les mêmes principes nous font encore reconnoître la cause de la dilatation qui accompagne toujours l'élévation de la température.

Les deux théories anciennes font voir leur origine dans la manière dont elles rendent raison des faits. Chacune de ces théories explique les faits pour lesquels elle a été inventée, ou, pour s'exprimer mieux, chacune d'entre elles nous présente les lois des phénomènes du calorique considéré sous un certain point de vue. La théorie mécanique nous fait mieux concevoir l'activité intérieure que produit l'action calorifique, comme la théorie chimique nous fait concevoir les lois des variations de température dans toutes les opérations chimiques. Il faut cependant observer que la théorie chimique a donné lieu à une exposition plus complète d'un plus grand nombre de lois que la théorie mécanique. Il n'est cependant pas vraisemblable que la supposition d'une matière calorifique y ait eu une grande influence; car, pour établir les lois du calorique libre et latent, on a été obligé d'attribuer au calorique de nouvelles propriétés qui ne sont pas une suite nécessaire de sa nature. Il ne seroit pas difficile d'appliquer la théorie mécanique à ces mêmes phénomènes, et cela avec une certaine apparence d'exactitude : on pourroit dire que les oscillations intérieures deviennent plus fortes, quand les vapeurs passent à l'état liquide, ou les liquides à l'état solide, mais que les oscillations deviennent plus foibles par les changemens opposés. On pourroit même appuyer cette explication par les analogies des oscillations sonores. D'un autre côté, l'on pourroit, à la vérité, avec plus de difficulté, modifier la théorie chimique de manière à ce qu'elle pût expliquer la pro-

duction de la chaleur par les moyens mécaniques; mais nous laisserons le soin d'introduire ces perfectionnemens dans les autres théories, à ceux qui continueront de les adopter.

La théorie dynamique, qui est fondée sur une loi tirée de l'expérience, et qui déjà explique mieux les phénomènes que les deux autres, sera sans doute de plus en plus confirmée par de nouvelles recherches. Il ne faut pas oublier que cette théorie est encore, pour ainsi dire, dans son enfance. Si elle a l'avantage d'être cultivée par autant de savans distingués que l'ont été les autres théories, les lacunes qui peuvent encore y exister seront bientôt remplies.

OBSERVATIONS

Sur les Opinions relatives aux Proportions définies dans l'Affinité chimique;

PAR WOLHAIN CRANE JUN,

Docteur-Médecin de Boston, dans le Lincoln-Shire.

C'EST souvent un plaisir de voir l'amélioration progressive des différentes branches de la Science; en effet, ce spectacle nous offre quelquefois des hypothèses qui, regardées d'abord comme ridicules et mal imaginées, après être tombées presque dans l'oubli, reparoissent de noûveau mieux développées, et souvent sont présentées comme absolument neuves. Parmi plusieurs de ce genre qui ont été avancées dans la Chimie, celle des corps s'unissant en proportions définies pour former les composés chimiques, tient un rang distingué.

M. Higgins dans sa *Vue comparative des Théories phlogistiques et antiphlogistiques*, concevant que les corps sont composés de petits atomes, d'après le fait bien connu que les gaz oxigène et hydrogène s'unissent dans la proportion d'un à deux en volume pour former l'eau, et comme ils ne s'unissent pas dans une autre proportion, il a été conduit à les regarder comme unissant un atome avec un autre atome. « Nous devons » supposer, observe-t-il, que ces substances contiennent un » nombre égal de divisions, et que la différence de leur pesanteur » spécifique dépend principalement du volume de leurs dernières » particules; ou bien il faut supposer que les dernières parti- » cules de lumière de l'air inflammable exigent 2 ou 3, et plus, » d'air déphlogistiqué pour les saturer. » La dernière supposition, selon lui, n'est point admissible, puisqu'une semblable combinaison intermédiaire ne peut pas s'effectuer dans l'union du soufre et de l'oxigène. Il en conclut aussi que l'oxigène et l'hydrogène ne peuvent pas s'unir à une troisième particule de l'un de leurs

principes constituans. Selon lui, l'acide sulfurique se forme d'une particule de soufre et de deux d'oxigène, et l'acide sulfureux, d'une de soufre et d'une d'oxigène.

Ces hypothèses imaginées à une époque où l'analyse chimique étoit encore imparfaite, furent rejetées par les chimistes qui vinrent ensuite. Elles étoient restées presque ensevelies dans l'oubli, jusqu'à ce que M. Dalton eût mis au jour un ouvrage dans lequel, déployant toutes les ressources d'un esprit éclairé appuyé de recherches industrieuses, reproduisit cette doctrine, et fixa de nouveau l'attention des chimistes sur cet important sujet. En examinant le nouveau système de philosophie chimique de M. Dalton, il me semble qu'il ne connoît pas ce que M. Higgins en a écrit. Le premier, dans l'ouvrage dont je viens de parler, établit que l'attraction chimique est guidée par des lois déterminées; que les corps s'unissant l'un à l'autre dans une seule proportion, joignent l'atome à l'atome, ou que ceux qui se combinent dans des proportions différentes, forment des combinaisons binaires, ternaires, etc., un atome d'un élément étant uni à 1, 2, 3, etc. atomes d'un autre élément. On en trouve des exemples dans l'union de l'oxigène et de l'hydrogène, de l'oxigène et de l'azote, etc., un atome de l'un s'unissant à un ou plusieurs atomes de l'autre, suivant quelque rapport mathématique fixe, que M. Dalton, selon les apparences, regarde comme étant dans une progression arithmétique. Dans cette vue d'affinité, il est important de déterminer le nombre des atomes élémentaires qui entrent dans la formation d'un composé d'atomes. Pour que cette supposition soit exacte, il faut, à l'aide du calcul mathématique, corriger les erreurs provenant de l'analyse chimique. Les deux substances qui ont exigé une attention d'autant plus particulière, que c'est par leur moyen qu'on peut obtenir ce calcul, sont l'ammoniac et l'eau, car leurs élémens se sont toujours trouvés jusqu'ici unis dans une seule proportion.

M. Murray, dans sa Chimie, a observé que la facilité avec laquelle ce calcul peut se faire, est un moyen de se tromper.

Le docteur Thomson, dans son Système de Chimie, a donné une description de la théorie de M. Dalton, avant que ce dernier l'eût rendue publique; et dans son Mémoire sur l'acide oxalique, qui se trouve dans les *Transactions Philosophiques* de 1807, il a fait voir une grande coïncidence dans la composition de cet acide, par le calcul, avec le résultat de l'analyse actuelle.

Dans la 4e section de ce Mémoire, il avance que des expériences décisives ont constaté que les corps élémentaires entrent en combinaison dans des proportions déterminées qui peuvent être représentées par des nombres; et il trouve qu'un atome d'oxigène est 6, en estimant un atome d'hydrogène 1. Le docteur a pris cette estimation en supposant qu'un atome d'oxigène s'unit à un d'hydrogène pour former l'eau, estimant le poids de l'hydrogène 14 $\frac{1}{2}$, et celui de l'oxigène 85 $\frac{1}{23}$ pour former 100 parties d'eau; de là un atome étant à un d'oxigène dans la même proportion, il donne, lorsqu'il est réduit, un sur 6,48, et le docteur néglige les décimales. M. Dalton prend son estimation de la proportion donnée par Humboldt et Gay-Lussac. Elle paroît, d'après leurs expériences, être de 87,4 d'oxigène sur 12,6 d'hydrogène; et le nombre représentant l'oxigène sera 6,96, qui est à peu près le nombre 7 choisi par M. Dalton.

M. H. Davy estime que la pesanteur spécifique de l'hydrogène est à l'oxigène comme 1 à 15: et comme dans la formation de l'eau il prend 2 mesures d'hydrogène sur 1 d'oxigène, la proportion de l'hydrogène avec l'oxigène est comme 2 à 15; l'eau peut être regardée comme composée de deux proportions d'hydrogène et d'une d'oxigène; le nombre représentant l'hydrogène sera 1, et celui représentant l'oxigène 15. Cette estimation n'est pas basée sur le nombre d'atomes dont les gaz sont composés, doctrine purement hypothétique, mais sur les proportions dans lesquelles ils s'unissent, et sur leur pesanteur spécifique. En considérant la doctrine de la proportion, telle que M. H. Davy l'a observée, nous ne pourrons certainement pas raisonnablement supposer les corps composés d'atomes indivisibles s'unissant l'un à l'autre, etc. Dans l'état actuel de nos connoissances, cette hypothèse d'atomes ne peut pas être admise, puisque rien ne nous constate d'une manière péremptoire, le poids ou le nombre des atomes qui entrent dans la composition d'une substance quelconque. Nos expressions numériques, comme le dit l'auteur que je viens de citer, doivent se rapporter uniquement au résultat de nos expériences.

On voit avec peine M. Dalton dans son ouvrage, baser tout son calcul sur la combinaison d'oxigène et d'hydrogène, comme unissant atome à atome pour former l'eau; et dans son chapitre sur la combinaison de ces gaz, de l'entendre dire : « après tout » il est possible que l'eau soit un *composé ternaire.* » Cette conclusion paroît en grande partie tirée de ses expériences sur

les acides muriatique et fluorique, d'après lesquelles il conclut qu'ils sont formés par l'union de l'oxigène et de l'hydrogène dans des proportions différentes. Les dernières découvertes ont prouvé qu'il n'en étoit pas ainsi. En effet, l'acide oxi-muriatique, que l'on nomme aujourd'hui *chlorine*, paroît être la base de l'acide muriatique; et l'acide fluorique, d'après les expériences de Davy, de Gay-Lussac et Thenard, a aussi une base particulière.

Quoique la théorie des atomes soit purement hypothétique, elle est néanmoins applicable au calcul, les nombres étant relatifs et pris d'une proportion fixe. C'est pourquoi si nous prenons la proposition originelle, que l'eau est composée d'atomes égaux de ces gaz, je suis porté à regarder 6,96 comme étant à peu près le nombre véritable pour l'oxigène. Je ne rejetterai pas la décimale, qui, lorsqu'il y a une combinaison de quelque multiple élevé, ou lorsque la substance soumise à l'examen est composée de plusieurs parties, nous conduiroit à une erreur considérable dans le calcul.

Le docteur Thomson, dans son Mémoire sur l'acide oxalique, en calculant la composition de cet acide, prend l'oxigène à 6 et l'hydrogène à 1, et le carbone, avec M. Dalton, à 4—3. D'après l'expérience il trouve que la composition de l'acide oxalique est,

Oxigène. . .	64.69	et par le calcul : Oxigène.. . .	61
Carbone. . .	31.78	. . . . Carbone. . .	34
Hydrogène. .	3.53	. . . . Hydrogène. .	5
	100.00		100

Si le nombre représentant l'oxigène est pris, ainsi que je l'ai dit plus haut, pour 6—96, le calcul donne

Oxigène.	64—24
Carbone.	31—15
Hydrogène.	4—61
	100,00

ce qui approche beaucoup.

Les nombres donnés par M. H. Davy, réduits au système de M. Dalton, et en les appliquant comme ci-dessus, paroissent trop élevés. Après le docteur Thomson, nous trouvons que le docteur Wollaston a aussi lu à la Société royale, un Mémoire

dans lequel il rend compte de quelques expériences par lui faites sur les sels subacides et superacides. Il les considère comme des exemples particuliers de la règle plus générale de M. Dalton, qu'il établit ainsi. Dans tous les cas, les plus simples élémens des corps sont disposés à unir un atome avec un autre atome séparément, ou si l'un est en excès, cet excès provient d'une proportion qui doit être exprimée par quelque multiple simple du nombre de ses atomes.

En examinant les oxalates, il trouve que le suroxalate contient le double de quantité d'acide que n'en contient le sel neutre; d'où il est probable qu'il réunit 1 de potasse sur 2 d'acide, et 2 d'acide sur 1 de potasse; c'est pourquoi la combinaison suivante, si elle est formée, doit consister en 3 d'acide sur 1 d'alcali. Pour déterminer cette proportion, le docteur prit 400 grains de potasse qu'il neutralisa avec 30 d'acide, il y ajouta 60 grains de plus d'acide; ensorte qu'il y avoit 2 parties de potasse, chacune de 24 grains, et six parties équivalentes d'acide, de 15 grains chacune, ce qui, comme nous l'avons établi plus haut, forme un sel de 3 d'acide sur 1 d'alcali. Mais dans la cristallisation il trouve deux sels, l'un binoxalate et l'autre quadroxalate, ou un d'alcali sur 4 d'acide.

Pour répondre à la théorie de Dalton, le docteur suppose que le sel neutre renferme 2 d'alcali sur 1 d'acide, le suivant 2 sur 2, et le troisième 1 sur 2, ou 2 d'alcali sur 4 d'acide. Cette réponse est absolument hypothétique, et, comme l'observe très-bien le docteur Wollaston, il n'est point du tout prouvé que l'alcali soit en excès dans le sel neutre.

Si elle paroît contraire à la théorie de Dalton, elle attaque également le système de Berthollet, d'après lequel les combinaisons des corps, comme leurs attractions relatives, forment des masses. En effet, dans ce cas les sels ci-dessus mentionnés sont-ils formés? l'alcali doit être également répandu, et l'on doit obtenir un sel composé de 3 sur 1.

Le docteur Wollaston pense que d'après les probabilités, on trouveroit d'autres proportions provenant autant de la forme et de la polarité des atomes, que des calculs arithmétiques.

Gay-Lussac a essayé de former une théorie basée tout-à-la-fois sur les stricts principes de Berthollet, relativement à l'affinité, et sur ceux de Dalton. Il pense que l'affinité chimique peut avoir indéfiniment lieu parmi les particules de matière, et qu'on peut

former des composés de différentes proportions, mais que l'insolubilité, la cohésion et l'élasticité ont une tendance à produire des combinaisons fixes; qu'également aussi l'action chimique a lieu avec force lorsque les élémens sont en simples proportions, ou quelques multiples de ces proportions, à l'aide desquels se forment des composés qu'on peut isoler facilement.

Il s'efforce, par ce moyen, d'expliquer les phénomènes qui accompagnent l'affinité chimique; savoir, que les corps peuvent s'unir dans des proportions déterminées, et que dans certaines circonstances, ils s'unissent suivant la quantité de matière attractive, et forment des composés de relations différentes, principe que Berthollet a en quelque sorte adopté. Quant aux combinaisons des gaz, Gay-Lussac a observé deux lois. La première, qu'ils se combinent dans des proportions simples suivant leur volume. La seconde, que les gaz par la combinaison, paroissent souffrir une contraction en volume dans une simple proportion au gaz ajouté. Après avoir établi plusieurs exemples de cette première loi, il ajoute qu'entre les élémens de la première combinaison il n'y a pas de proportion simple, mais qu'elle a lieu dans la seconde combinaison, lorsque la nouvelle proportion sera un multiple de la première ajoutée. Cette loi, comme l'observe M. Murray, dans son Système de Chimie, d'où j'ai tiré cette description de la théorie de Gay-Lussac, diffère de celle proposée par Dalton, qui a répondu aux spéculations de Gay-Lussac dans l'appendix de la seconde partie de son ouvrage, où il prouve d'après ses propres expériences, et celles des plus habiles chimistes, que les gaz ne s'unissent pas en mesures proportionnées à leur volume.

Après avoir cité plusieurs exemples particuliers, que plusieurs d'entre eux ne s'unissent pas en volume dans aucune proportion déterminée, il conclut que les gaz dans aucune expérience, ne se combinent en mesure égale ou exacte. M. Murray pense que ce principe peut embrasser la doctrine toute entière des proportions définies.

M. H. Davy, dans ses Élémens de Philosophie chimique, prouve, d'après une multitude d'exemples, que la théorie des proportions définies n'est pas fondée sur un raisonnement hypothétique. Comme nous l'avons déjà dit, il rejette la doctrine des atomes et fonde ses calculs sur le résultat d'expériences actuelles. Par ce moyen, une des plus grandes objections à la théorie de MM. Higgins et Dalton, est écartée, savoir : que

les

les substances s'unissant en une proportion, ne forment qu'un composé binaire, puisque nous n'avons pas de bases sur lesquelles nous puissions appuyer une semblable opinion dans les expressions employées par M. Dalton; ce n'est donc qu'une simple conjecture contradictoirement à ce qu'a dit M. Dalton; il soutient la théorie avancée par Gay-Lussac, relativement à l'union des gaz qu'il développe d'une manière brillante, par les combinaisons d'azote et d'oxigène, de carbone et d'oxigène, etc. M. J. Davy, dans son Mémoire publié dans les *Transactions Philosophiques* sur les composés gazeux d'oxide carbonique et de chlorine, a donné quelques exemples absolument décisifs. Il observe que les proportions dans lesquelles les corps s'unissent, paroissent être déterminées par des lois fixes, dont une multitude d'expériences fournit des exemples, particulièrement dans les composés dont il s'agit. L'oxigène se combine avec deux fois son volume d'hydrogène pour former l'eau et l'acide carbonique, et avec le double de son volume de chlorine, pour former l'euchlorine; et réciproquement la chlorine exige son volume d'hydrogène et son volume d'oxigène, pour former l'acide muriatique et le nouveau gaz.

M. H. Davy, dans son ouvrage, a signalé les expériences sur lesquelles Berthollet fondoit son système d'affinité: il y a également fait voir la source de plusieurs erreurs. Suivant Berthollet, les précipités ne peuvent pas être enlevés dans un état de pureté, mais ils doivent retenir une portion de la substance avec laquelle le précipité étoit d'abord combiné. Nous avons néanmoins plusieurs exemples du contraire, comme lorsqu'un métal en solution est précipité par un autre, et dans la précipitation de la magnésie, etc.

M. H. Davy observe aussi qu'il n'y a pas de difficulté à concilier la doctrine des proportions avec l'influence de la quantité. Aucune des expériences de M. Berthollet ne peut être considérée comme strictement contraire à cette doctrine, et quelques-uns des plus importans résultats de cet habile chimiste la confirment.

D'après les annotations et les observations ci-dessus, je pense qu'on demeurera convaincu que la doctrine de MM. Higgins et Dalton, relativement aux atomes, est purement hypothétique, et que quant à présent on ne peut pas l'admettre. Le docteur Bostock a aussi inséré dans le *Journal de Nicholson*, des objections à cette théorie. Le système que j'adopterois plus vo-

lontiers, c'est celui de H. Davy, par la raison que nous y trouvons pour guide, le résultat de l'expérience et des faits. Plus nos recherches sont approfondies, plus la démonstration de la doctrine des proportions définies acquiert de force. Les recherches de M. J. Davy sur les combinaisons de différens métaux et de la chlorine, publiées dans les *Transactions Philosophiques* de 1812, et l'intéressant Mémoire que Berzelius vient de mettre au jour, prouvent suffisamment la vérité de ce que nous avons avancé plus haut : quoique ces combinaisons ne puissent pas subir un examen mathématique rigoureux, elles sont néanmoins suffisamment démontrées, si l'on considère que l'analyse chimique est encore trop imparfaite pour servir de régulateur. On peut sans doute opposer à ce système plusieurs objections, dont la plus forte, aux yeux de quelques chimistes, est la solution, puisque dans elle les corps restreints à ces limites certaines paroissent s'unir dans quelque proportion. Mais sûrement il existe une différence entre la dissolution et la combinaison. Dans la première, nous trouvons simplement que la cohésion du composé réunit entre elles plusieurs parties qui étoient séparées, ainsi que les particules du composé éparses dans le fluide. Dans la seconde, une décomposition a lieu parmi les élémens dont est formé un composé qui se revêt entièrement alors de propriétés nouvelles, comme nous pouvons le voir pour l'action déterminée de l'affinité. Si nous n'avions pas cette loi pour nous guider, nos résultats offriroient toujours des productions différentes, et nous obtiendrions rarement des composés renfermant quelque proportion d'élémens.

MÉMOIRE SUR LES NOMBRES

Par lesquels M. Davy représente les élémens et leurs composés (1).

EXTRAIT de la Bibliothèque Britannique.

Plusieurs physiciens, au nombre desquels se trouve M. Davy, adoptent maintenant l'opinion, que lorsque les substances chimiques se combinent pour former de nouveaux composés, elles se combinent toujours dans des proportions déterminées. Ensorte que si deux corps s'unissent en proportions qui ne soient pas égales, et que l'un des corps soit en excès, cet excès est toujours dans un rapport qui peut s'exprimer par quelque multiple simple de la plus petite proportion dans laquelle ce même corps puisse se combiner. Ainsi, par exemple, le suroxalate de potasse contient deux fois plus d'acide qu'il n'en faut pour saturer la potasse; le souscarbonate, au contraire, contient deux fois plus d'alcali qu'il n'en faut pour saturer l'acide.

Maintenant, si l'on fait usage d'un nombre pour exprimer la plus petite quantité d'un corps quelconque qui puisse entrer en combinaison, toutes les autres quantités de ce corps qui se combineront, seront des multiples de la première : les plus petites proportions dans lesquelles les corps non-décomposés peuvent entrer en combinaison étant connues, la constitution des composés qu'ils forment pourra être connue ; et si nous exprimons par l'unité l'élément qui s'unit chimiquement aux autres corps

(1) *Voyez* dans le volume XLVI, *Sc. et Arts* de la *Bibl. Brit.*, pag. 38, un aperçu de la théorie de Dalton sur la composition chimique. Celle que M. Davy a embrassée a beaucoup d'analogie avec celle de Dalton, ou plutôt c'est la même théorie, avec quelques modifications.

dans la plus petite proportion connue, tous les autres élémens et leurs composés pourront être représentés par les rapports de leurs quantités avec l'unité.

De tous les élémens connus, le gaz hydrogène est celui qui se combine en plus petite quantité : car nul élément ne peut se combiner sous un poids plus petit que ce gaz : ce même gaz ne paroît pas entrer dans aucun corps connu en moindre proportion que dans l'eau. L'eau est un composé de deux volumes de gaz hydrogène et d'un volume de gaz oxigène ; et la pesanteur spécifique du gaz oxigène étant à celle du gaz hydrogène :: 15 : 1, le rapport de l'hydrogène dans l'eau est donc à celui de l'oxigène :: 2 : 15. Maintenant M. Davy admet que l'eau est un composé de deux proportions d'hydrogène et d'une d'oxigène, par conséquent, le nombre qui représente l'hydrogène étant 1, celui qui représentera l'oxigène sera 15 (1).

Voilà la base des calculs de M. Davy. S'agit-il maintenant de connoître le nombre qui représente une substance élémentaire, le phosphore, par exemple? On sait par expérience, que dix grains de phosphore demandent, pour être convertis en acide phosphoreux, 7,7 grains, et que la quantité de phosphore étant la même, il faut deux fois plus d'oxigène pour le convertir en acide phosphorique : 7,7 sera donc la plus petite proportion d'oxigène avec laquelle le phosphore puisse se combiner, et l'on dira :

$$10 : 7,7 :: 100 : 77,$$

puis : 77 : 100 :: 15 (nombre qui représente l'oxigène) : $x = 20$, à peu près.

20 sera donc le nombre qui représentera le phosphore;..... $20 + 15 = 35$, l'acide phosphoreux ; $20 + 15 + 15 = 50$, l'acide phosphorique. Veut-on connoître le nombre qui représente le carbone : les expériences sur l'oxide gazeux de carbone et sur le gaz acide carbonique nous démontrent, que le dernier gaz est composé de 13 parties de carbone et de 34 d'oxigène, et

(1) M. Dalton admet que l'eau est un composé d'une proportion d'hydrogène et d'une d'oxigène, aussi en prenant cette proportion d'hydrogène par l'unité, le nombre qui représentera l'oxigène sera 7,5 ou 7 si la pesanteur spécifique du gaz oxigène est à celle du gaz hydrogène :: 14 : 1. Les expériences de M. Davy lui font admettre, pour la pesanteur spécifique de ces gaz, le rapport de 15 : 1.

que le gaz oxide est composé de 13 de carbone et de 17 d'oxigène. La plus petite proportion d'oxigène étant donc 17, nous dirons :

$$13 : 17 :: 100 : 130,7 ;$$

130,7 : 100 :: 15 (nombre qui représente l'oxigène) $x = 11,4$, à peu près.

11,4 sera donc le nombre qui représentera le carbone;.... 11,4 + 15 = 26,4 l'oxide de carbone; et 11,4 + 15 + 15 = 41,4 le gaz acide carbonique.

Donnons encore deux exemples, pris parmi les métaux.

100 parties de potassium s'unissent en poids à 20,1 d'oxigène pour former la potasse pure, et à 57,8 pour former l'oxide jaune de potassium. On prendra 20,1 qui est la plus petite proportion, et l'on dira :

$$20,1 : 100 :: 15 : x = 74,99,$$

ou 75, nombre qui exprime le potassium. On observera en outre, que 57,8 est bien près de 60 ou de 3 × 20, d'où l'on pourra conclure que la potasse est un composé d'une proportion d'oxigène avec une de potassium, et l'oxide jaune, de trois d'oxigène avec une de métal. La potasse sera donc représentée par 75 + 15 = 90, et l'oxide jaune par 75 + 15 + 15 + 15 = 120. Prenons un autre exemple, dans lequel la donnée est tirée d'un péroxide. Le péroxide de plomb contient 3 à 3,5 d'oxigène de plus que le minium. Le premier oxide de plomb, ou le massicot, sur 100 parties de plomb en contient 7,52 oxigène; le second oxide, le minium, 11,5 environ, et l'oxide pur ou le péroxide, 15 : on peut fixer la plus petite proportion d'oxigène à 3,76, et nous dirons :

$$3.76 : 100 :: 15 : x = 398,$$

nombre qui représente le plomb.

Alors le massicot contiendra deux proportions d'oxigène, le minium trois et le péroxide ou l'oxide pur quatre; et ces oxides seront représentés respectivement par 398 métal, plus 30, 45 et 60 oxigène.

REMARQUES

SUR

LA THÉORIE GÉOLOGIQUE

AVANCÉE PAR JAMES SMITHSON, ÉCUYER,

Dans son Mémoire sur une Substance saline du Mont-Vésuve;

PAR J.-A. DELUC, ÉCUYER.

Windsor, Janvier 1814.

MESSIEURS,

Parmi les Mémoires renfermés dans votre Journal du mois de décembre dernier, il en est un que je vous ai adressé sur un phénomène du mont Saint-Michel dans le Cornouaille. J'y ai également trouvé celui de M. James Smithson, écuyer, portant pour titre : sur une Substance saline du Mont-Vésuve, et qui a pour objet de mettre en avant un nouveau système géologique qu'il introduit dans ces termes : « Je suis convaincu » depuis long-temps, qu'en examinant la terre avec attention, » on aperçoit une multitude de circonstances qui ne permettent » pas de conclure qu'elle ait jamais été dans un état de confla- » gration générale. J'ai conçu que dans les firmamens des corps » planétaires qui paroissent brûler actuellement, l'existence et » l'apparence du feu originel sur notre globe, se prêtoient un » secours mutuel; et comme il étoit impossible en même temps » de répondre aux objections les plus essentielles pour appuyer » cette hypothèse, la masse des faits en sa faveur se trouvant » pleinement justifiée, j'ai cru pouvoir en conclure que le globe » que nous habitons est ou une comète ou un soleil éteint. »

Tel est ce système. Voyons maintenant quelle est cette masse

de faits qui justifie l'hypothèse, et dont on peut supposer que l'auteur tire ses plus forts argumens. Voici comme il continue: « De grandes découvertes modernes ont fait disparoître les dif- » ficultés presqu'insurmontables qui combattoient autrefois cette » opinion. Instruits, comme nous le sommes aujourd'hui, que » les bases d'alcalis et de terres sont des métaux éminemment » oxidables, nous ne sommes plus embarrassés, soit relativement » à la *pâture* de l'inflammation, soit relativement à la cause » qui la produit. Dans les couches primaires, nous remarquons » le résultat de la combustion; nous y voyons l'oxide ramassé » sur la surface de la masse calcinée, d'abord fondu par la cha- » leur; arrêtant ensuite par son accroissement une combinaison » ultérieure, en éteignant les feux qui l'ont produit, de ma- » nière à devenir enfin solide et cristallisé sur le plateau mé- » tallique. Tout nous dit qu'un corps immense de matière com- » bustible reste renfermé dans l'enveloppe, et que les éruptions » volcaniques en sont des ascensions petites et partielles. Sous » ce point de vue, les volcans et leurs éjections offrent un grand » intérêt. Ils cessent d'être des phénomènes locaux, ils deviennent » élémens principaux dans l'histoire de notre globe, dont ils » rattachent la situation présente à celle antérieure. »

Voilà, sans doute, un système aussi neuf qu'imposant: mais quelles en sont les bases? L'auteur nous l'apprend lui-même en tête de son Mémoire, elles reposent sur une substance saline du Vésuve. Il nous dit qu'elle lui fut envoyée de Naples au mois de mai 1794, dans le temps où il étoit à Florence, avec prière de constater sa nature. Il ajoute ensuite: « L'examen » général que j'en fis, me démontra qu'elle étoit ce qu'on ap- » peloit alors *tartre vitriolé*, et elle fut désignée sous cette dé- » nomination dans un Mémoire en italien, qui parut bientôt » après. »

Il donne ensuite les détails suivans relativement à la manière dont cette substance a été trouvée. « Une lettre, dit-il, m'apprit » qu'elle avoit découlé en liquide d'une petite ouverture dans » le cône du Vésuve, ouverture que je soupçonnai avoir eu lieu » en 1792 ou 1793. »

Nous pouvons donc présumer que l'auteur n'a jamais observé lui-même le Vésuve, et qu'il ne connoît que par ouï-dires, quelques-uns des phénomènes de ce volcan. Il entre ensuite dans le détail de l'analyse chimique qu'il a faite de cette substance

saline ; mais craignant qu'un fait aussi peu important, et même aussi indirect, ne puisse pas appuyer son système igné, il s'élance dans une autre carrière, où je vais le suivre pour revenir ensuite aux volcans.

« A l'appui de l'origine ignée attribuée à nos couches pri-
» mitives, j'observerai, dit-il, que non-seulement on n'a jamais
» vu aucun des cristaux qu'elles enveloppent, tels que le quartz,
» le grenat, la tourmaline, renfermer des gouttes d'eau ; mais
» même que rien de ce qui entre dans la formation de ces couches
» ne contient de l'eau dans quelqu'état que ce soit. »

L'auteur paroît n'être pas bien au fait des montagnes formées de couches primitives, telles que celles que l'on observe sur le sommet au centre des Alpes, où se trouve le cristal de roche d'une nature quartzeuse, et même le quartz le plus pur, fait directement contraire à son assertion ; mais les circonstances qui accompagnent ce cristal, et le cristal lui-même, indiquent si positivement son origine aqueuse, et celle des couches dans lesquelles il se trouve, que je vais donner la description des plus importantes.

En 1744, époque de mon premier voyage dans les Alpes, le cristal de roche en le taillant s'employoit à divers ornemens, tels que des lustres, des chandeliers et des cadres de différentes formes ; on en rencontre encore de semblables dans quelques anciens palais.

Considérant que les circonstances qui accompagnent le cristal dans les couches, pourroient conduire à l'histoire naturelle de ces dernières, et d'ailleurs vivant à Genève auprès des Alpes, mon frère et moi nous résolûmes de visiter les endroits d'où venoit le cristal, et de lier conversation sur le lieu même, avec les personnes dont l'unique occupation est de l'extraire, à l'effet de connoître la nature de leur travail.

Après avoir parcouru plusieurs parties des Alpes, nous trouvâmes en général, que le cristal de roche appartenoit à une classe positive de couches schisteuses micacées, avec plusieurs circonstances qui attestoient l'origine aqueuse de ce cristal, et conséquemment des couches elles mêmes. Voici les renseignemens que nous obtînmes à cet égard.

Un fait général, c'est que le cristal de roche ne se trouve jamais que dans des cavités dont les parois sont tout autour couvertes de ses prismes. Les habitans des Alpes qui s'appliquent

à la

à la recherche du cristal, se nomment communément *chasseurs de cristal*. Ils connoissent, à l'inspection des couches, celles dans lesquelles se trouvent ces cavités, et comme on ne peut les découvrir que dans les côtés les plus escarpés des roches, attendu que l'herbe et les débris en couvrent les autres parties, ils emploient un moyen très-périlleux pour découvrir ces roches. Au haut de ces côtés escarpés, dans lesquels ils reconnoissoient leurs caractères, ils perçoient dans le roc vif à différens endroits, quelques trous où ils fixoient des bâtons d'une manière solide, autour ils rouloient une corde, au bout pendoit une espèce de panier dans lequel on descendoit le plus courageux d'entre eux, qui couroit ainsi tous les dangers de l'aventure, tandis que ses associés, maîtres de sa vie, tenoient l'autre bout de la corde.

A mesure que cet homme glissoit le long des différentes parties du rocher, il le frappoit avec un marteau, et, d'après les différens sons qu'il rendoit, il jugeoit s'il étoit creux. S'il n'apercevoit pas de différence sensible dans le son, il croyoit inutile d'ouvrir la cavité, mais espéroit-il en trouver une grande, on prenoit alors encore plus de précautions pour le garantir de tout danger, il ouvroit la cavité et s'y introduisoit pour en détacher les prismes.

Comme on n'emploie les fragmens qu'à des objets communs, celui qui étoit entré dans ces cavités cassoit avec son marteau, tous les prismes projectant autour, et quelquefois la quantité en étoit si grande, que les associés firent beaucoup d'argent de ce qu'ils en ramassoient dans une seule. Telles sont les circonstances générales qui accompagnent le cristal de roche que l'on trouve dans cette espèce de couches schisteuses; mais celles particulières dont je vais parler, ne sont pas moins importantes pour l'histoire naturelle de ce minéral.

Je parlerai d'abord du volume de quelques prismes qui ont été trouvés, comme étant la circonstance la plus importante. J'en ai connu deux, dont l'un, parfaitement transparent, avoit été employé à un ouvrage magnifique destiné pour l'Impératrice-Reine défunte. Ce prisme avoit 9 à 10 pouces de diamètre; l'autre, moins transparent, avoit environ un pied. Je crois pouvoir avancer avec plus d'assurance, que l'auteur ne l'a fait en avançant son hypothèse, que jamais on n'a regardé de semblables cristaux comme provenant de fusion; mais le caractère des véritables conclusions de ces phénomènes, se montre par la coïncidence des circonstances dans le même objet; tel est le cas dans le

système de l'origine aqueuse de nos couches minérale, scomme je vais le prouver.

Comme ceux qui vont à la recherche du cristal savent que quelques voyageurs curieux dans les Alpes, les paient de la peine qu'ils prennent à détacher des morceaux de la croûte qui couvre les côtés de ces cavités avec ses prismes, croûte que les naturalistes de plusieurs pays appellent *druses;* ils les détachent soigneusement, et nous avons eu occasion d'en acheter plusieurs pour la collection des minéraux que nous avons à Genève. Or ces *druses* offrent une multitude de preuves qui constatent qu'ils ont été formés dans les cavités, à l'époque où nos continens formoient le lit de la mer, et que conséquemment ces cavités étoient remplies d'eau. Ce grand fait géologique, si contraire au système igné de l'auteur, est démontré par une immense quantité de dépouilles marines trouvées dans les couches communément nommées secondaires.

D'après l'inspection des *druses* que nous avons dans notre collection, il est impossible de n'être pas convaincu que les prismes ont été formés, non-seulement dans les cavités remplies d'eau, mais encore par un procédé dans lequel chaque prisme augmentoit successivement en volume par de nouvelles additions; et que dans le même temps ils sortoient des mêmes points dans des directions différentes. Dans un de ces *druses*, un large prisme en avoit, dans sa croissance, enveloppé un petit, tous les deux étoient transparens; et ce phénomène peut s'apercevoir, quand bien même le petit prisme ne se projecteroit pas sur un côté de l'autre; mais dans cette circonstance, en dirigeant la vue sur le grand prisme, on y découvre le petit au moyen de la différente réfraction de la lumière. Dans un autre *druse*, par quelque changement opéré dans la progression successive de la cristallisation, un grand prisme s'est partagé de lui-même en plusieurs petits, comme les branches d'un arbre.

Je pourrois décrire une multitude d'autres phénomènes de druses, qui tous conduiroient à la même conclusion, ainsi que les différentes manières dont les prismes se croisent l'un l'autre, se séparent et se réunissent de nouveau; mais il est une circonstance particulière dont on trouve l'exemple dans une progression, je veux parler de la cristallisation des sels dans les liquides. Chaque sel a sa forme et son caractère particulier, et si un liquide retient différens sels en solution, ils se cristallisent séparément dans des circonstances connues, surtout dans des tem-

pératures différentes. Un semblable phénomène ne se rencontre pas dans la cristallisation du cristal de roche, où l'on voit que dans quelques cavités où il a été formé, le liquide renfermoit en solution d'autres substances minérales, une, entre autres, qui a produit de petits cristaux de shorl vert, d'où sont sortis plusieurs prismes de cristal de roche qui ne servent qu'à figurer comme une variété, dans les collections minérales.

On supposa d'abord que ces shorls verts étoient des mousses qui avoient poussé dans les cavités, supposition contredite par l'impossibilité que des végétaux croissent dans la mer; mais en observant ces shorls avec un microscope, on aperçoit bientôt l'erreur par la forme angulaire de leur fil. Nous avons un prisme de cristal de roche que ces shorls ont rendu presqu'opaque, dans lequel un d'eux ayant été détruit, a laissé une ouverture angulaire d'un côté à l'autre, au travers de laquelle on peut faire passer un crin de cheval.

Je viens maintenant à l'assertion de l'auteur, qui prétend qu'on n'a jamais vu de cristal renfermant des gouttes d'eau. Cela peut être, mais ne prouve rien contre l'origine aqueuse du cristal de roche; car il n'y a pas de raison de conclure *à priori*, que l'eau seroit renfermée dans aucun de ses prismes. Cependant le fait lui-même contredit son assertion. Il est naturel d'en conclure qu'il n'a jamais vu le cas lui-même, puisqu'il ne cite jamais le cristal de roche, quoique si important dans l'histoire naturelle des couches primitives; mais j'ai vu plusieurs prismes de ce cristal qui renfermoient de l'eau, et il en est un dans notre collection, que je vais décrire.

Ce prisme a deux pouces environ de diamètre, il est traversé par plusieurs petits cristaux de shorl vert, entre lesquels une petite quantité d'eau se trouva engagée pendant l'accroissement de son volume. L'eau se manifeste par une bulle d'air qui resta renfermée avec l'eau retenue par les shorls. En inclinant le prisme, cette bulle remue graduellement de l'une à l'autre extrémité du prisme; mais, comme d'après les shorls qu'elle rencontre, sa direction est déterminée, elle ne peut pas avoir le même cours dans toutes les positions, excepté lorsque l'inclinaison du prisme se trouve être la même et du même côté, car on aperçoit alors l'espace occupé par l'eau renfermée.

Maintenant que l'auteur avance, à l'appui de son système igné, qu'on n'a jamais vu aucun cristal, tel que le quartz, renfermer

de gouttes d'eau, ce qui doit être dans son système; comme le fait que je viens de citer le contredit, il est une preuve péremptoire qui milite contre lui.

Je viens maintenant aux conséquences que l'auteur tire des phénomènes du volcan; mais, avant tout, je remarquerai qu'il n'a fait par lui-même aucune observation à cet égard, ni même sur le Vésuve dont il parle seulement, car il dit qu'il a reçu ces renseignemens par un correspondant résident à Naples; mais outre que le seul fait sur lequel il a bâti tout son système, est cette substance saline, c'est que les particularités dont il rend compte à cet égard, ne sont pas bien exprimées, et viennent nécessairement d'un observateur inexact. Je prouverai ensuite que ce qu'il en dit est erroné; mais je dois, avant tout, établir la nature des volcans, d'où dépendent tous leurs phénomènes.

Quelles sont les éminences volcaniques? de quelle manière commencent-elles à être produites? comment augmentent-elles en hauteur et en étendue? Heureusement un fait connu répond à ces questions, fait que nous a transmis le témoignage de ses enchaînemens, depuis le commencement jusqu'à la fin, dans la formation d'une nouvelle éminence volcanique, entre Naples et Pouzzoles, qui a conservé le nom de Monte-Nuovo. J'ai rendu compte de cet événement d'après ces témoignages, pag. 398 du tome II de mon ouvrage intitulé *Histoire de la Terre et de l'Homme*, dont je vais donner la traduction suivante.

« La nuit du 29 au 30 septembre 1538, après deux ans de » tremblemens de terre presque continuels, spécialement après » un jour où la terre avoit été perpétuellement agitée, il se » fit une ouverture dans un terrain très-fertile; il en sortit tant » de feu et une si grande quantité de pierres et de cendres, » qu'elles formèrent une petite montagne que l'on nomme au- » jourd'hui Monte-Nuovo. Plusieurs maisons furent renversées » dans cette circonstance, des hommes et des bestiaux y périrent, » le bourg de Ripercola fut enseveli sous ces décombres. Ce » monticule a trois milles environ de circonférence, et sa hauteur » n'est pas moindre que celle du mont Barbara qui est auprès, » et qui a mille pas à peu près; ces éjections s'étendoient jus- » qu'à la mer. Au sommet on voit encore l'ouverture d'où sortoit » une si grande quantité de matière, éjection qui néanmoins » cessa bientôt après. Le lac Lucrin, ainsi nommé à cause du » lucre ou du profit que l'on en tire de sa pêche abondante,

» fut tellement encombré de matières vomies par ce volcan, qu'il
» n'offre plus aujourd'hui qu'un marais couvert de roseaux. »

D'après ce fait connu et bien circonstancié, nous sommes en état de répondre aux importantes questions ci-dessus, relativement à la formation des cônes volcaniques. Une première explosion occasionne une ouverture dans les couches minérales de la terre; de cette ouverture sortent successivement des laves et des pluies de cendres qui par degrés produisent une accumulation en forme de cône; et les matériaux de ces montagnes sont aussi distincts des couches originelles, que le fer l'est du bois.

L'auteur n'a pas une véritable connoissance des différentes éjections du Vésuve, puisqu'il bâtit son hypothèse sur l'échantillon d'une substance saline qui lui a été envoyée de Naples; mais établir un système d'après cet échantillon, c'est prétendre prononcer sur la nature de toutes les couches minérales d'un pays inconnu, d'après un morceau de pierre. S'il avoit connu mon *Histoire de la Terre et de l'Homme*, ouvrage de géologie que j'ai cité plus haut, il y auroit trouvé, d'après les observations de mon frère, une description si exacte de tous les phénomènes des volcans, qu'il auroit abandonné les renseignemens erronés qu'il paroît avoir reçus de Naples.

Personne, du moins à ma connoissance, n'a observé plus à fond que mon frère, les différens phénomènes volcaniques, non-seulement ceux du Vésuve, mais encore de l'Etna et des îles volcaniques de Lipari auprès de la Sicile. Il a vu les éruptions actuelles du Vésuve, et suivi les pas des nouvelles laves coulant sur les anciennes. Ce progrès dure aussi long-temps que la nouvelle lave conserve une chaleur suffisante pour la tenir molle; mais à une distance ou plus petite ou plus grande, quoiqu'encore rouge de chaleur, elle se durcit et se brise : alors les morceaux rompus chassés par la lave molle, forment un amas à l'extrémité, et tombant les uns sur les autres, occasionnent un bruit particulier que l'on entend dans un éloignement considérable. Tels sont les véritables caractères des laves inconnus à l'auteur, et qu'il n'a jamais eu occasion d'observer lui-même.

Mon frère n'a pas considéré avec moins d'attention, les substances salines et sulfureuses observées sur les côtés du Vésuve. L'auteur dit qu'il a été informé par une lettre, que la substance saline, dont il a reçu un échantillon, avoit découlé d'une petite ouverture dans le cône du Vésuve. Je crois qu'il a pu juger lui-

même l'impossibilité du fait. Comment, en effet, une aussi petite quantité de matière que l'on suppose en fusion ignée, peut-elle conserver la chaleur nécessaire pour la liquéfier lorsqu'elle passe à travers une grande épaisseur de laves soumises depuis long-temps à la température de l'air? cette supposition n'est nullement probable. Mon frère qui a observé avec soin les substances qui paroissent sur la surface des vieilles laves vers la cime du Vésuve, et qui en a détaché des morceaux que nous conservons dans notre collection, a constamment trouvé qu'elles ont été et qu'elles continuent d'être produites dans des fentes d'où sort de la fumée, preuve certaine que ces substances sont une espèce de sublimation qui s'accumule contre les parois de ces crevasses, sans qu'il paroisse qu'elles aient jamais été dans un état liquide.

Quant à la nature des laves, le point le plus important dans tous les phénomènes volcaniques, et dont l'auteur n'a pas la plus légère connoissance, mon frère y a trouvé tous les caractères d'une substance combustible qui brûle avant de se montrer, et qui continue de brûler aussi long-temps qu'elle conserve une chaleur suffisante. Cette combustion se manifeste par l'odeur sulfureuse qu'exhalent les laves dans leur cours; mais cette odeur n'est pas le produit immédiat de la combustion; elle provient de la décomposition de quelques fluides élastiques qui, aussi long-temps qu'ils ne trouvent pas de vent, occasionnent l'ascension des laves dans les cônes.

Cette circonstance est connue de ceux qui habitent les environs du Vésuve; car lorsqu'ils observent une absence presque totale de l'odeur sortant de son cratère, ils en attendent les suites en tremblant; cette cessation indique, en effet, que quelque lave montant dans le conduit s'y est refroidie et durcie. Si cette nouvelle lave coule sur les terres cultivées, elle brûle les arbres, les vignes et même les maisons; mais fond-elle celle qui obstruoit le conduit? l'odeur s'exhale alors du cratère, et les funestes effets cessent.

Les pluies de cendres que vomissent les cratères des volcans étant un caractère étonnant de leurs opérations, furent, pour mon frère, un objet extrêmement intéressant; il résolut en conséquence de tenter s'il seroit possible de l'observer dans le véritable cratère du Vésuve. Dans le temps donc où l'on aperçoit de Naples une émission considérable de ces pluies composées de grandes masses rouges de chaleur mêlées avec de plus petites,

toujours précédées d'un bruit semblable à celui du tonnerre, qui s'élevoient très-haut et paroissoient la nuit semblables à un feu d'artifice des plus effrayans, mon frère, instruit d'une circonstance favorable, je veux dire, celle d'un vent violent qui repoussoit ces éjections vers un des côtés du cratère, crut devoir en profiter. Etant donc parti de Naples sur-le-champ, il monte le côté du cône contre lequel le vent souffloit.

Arrivé au haut de la montagne, il descendit dans le cratère, et parvint aussi près du bord du canal que la prudence l'exigeoit. Il ne vit d'abord que quelque rougeur dans le fond du canal, mais bientôt après il entendit un bruit semblable à celui du tonnerre, sourd dans le commencement; il l'entendit ensuite monter dans le même temps où la couleur rouge s'élevoit, et lorsque sa colonne fut arrivée à une certaine hauteur dans une partie du canal plus large, le fluide élastique qu'elle avoit pressé plus haut éclata à travers, et une pluie s'ensuivit. Comme ce phénomène extraordinaire ne se voit pas souvent avec la circonstance favorable d'un vent fort, mon frère resta là assez de temps pour le voir se répéter avec ses différens degrés.

Curieux de connoître aussi dans quel état étoit la matière lancée aussi haut et retombant en pluie, il suivit de l'œil quelques-unes des grandes masses, et observant dans quelle partie du cratère elles tomboient, il se hâta d'y arriver avant qu'une autre explosion eût lieu. Il trouva qu'elles avoient été lancées extrêmement molles, car les plus grandes conservant plus longtemps leur chaleur dans leur course à travers l'air, étoient aplaties comme des gâteaux; mais celles plus petites, quoique encore rouges de chaleur, avoient conservé leurs différentes formes.

C'est de ces éjections sorties de la circonférence du cratère dans des directions différentes, par la violence du vent, que sont formés les talus des fraisis mourans qui rendent très-difficile la montée du cratère, parce qu'ils glissent sous les pieds; aussi ceux qui n'ont pas l'habitude de gravir toute espèce de montagnes, sont-ils obligés de se servir de personnes accoutumées à cet exercice : elles ont un ceinturon auquel est attaché un cordon que tient celui qui ne peut pas monter sans aide, et il se trouve ainsi traîné jusqu'au haut.

Mais mon frère, accoutumé à gravir les talus de décombres dans les Alpes, qui offrent la même difficulté que ceux des fraisis,

jugeant que sur ces derniers on pourroit trouver toutes les espèces d'éjections du cratère du Vésuve, se promena dessus à différens temps et dans des directions différentes, dans l'espoir que ses pas pourroient le conduire à quelque connoissance, et de la profondeur d'où elles s'élevoient, et de l'espèce de couches minérales à travers lesquelles elles éclatent. Il ne fut pas trompé dans son attente, car il trouva parmi le fraisi, de gros fragmens de granit, de siénite, de plusieurs espèces de pierre quartzeuse et de pierre à chaux dure qui, toutes appartenant aux couches connues pour être les plus basses, indiquent clairement que la substance dont la lave est formée repose sous ces couches.

Ainsi, lorsqu'on étudie attentivement les phénomènes réels, il ne reste rien pour l'imagination. Peut-on se permettre d'offrir à des hommes qui ont le sens commun, des systèmes généraux basés sur des phénomènes particuliers! Si notre auteur avoit fait cette réflexion, il n'auroit pas supposé qu'une substance saline particulière, trouvée sur le talus du Vésuve, le conduiroit à conclure que la partie interne du globe démontre qu'il est une comète ou un soleil éteint, tandis que les éjections de ce volcan font voir que la lave est formée sous des couches minérales connues, dans lesquelles on n'aperçoit aucun signe d'opération ignée.

Un autre grand fait que l'auteur paroît avoir absolument ignoré, quoique je l'aie rapporté avec toutes ses circonstances dans l'ouvrage précité, intitulé *Histoire de la Terre et de l'Homme*. Sur la surface de nos continens, ai-je dit, s'élèvent plusieurs éminences volcaniques qui offrent les caractères indubitables qu'elles ont été produites sur le lit de la mer avant que cette dernière fût devenue nos continens.

Le grand fait géologique de nos continens qui ont été autrefois le lit de la mer, fait si contraire au système de l'auteur, est démontré ainsi que j'ai déjà eu occasion de le dire, par l'immense quantité de dépouilles marines renfermées dans les couches secondaires. Ce caractère se trouve dans les mêmes contrées que les éminences volcaniques dont nous parlons, dont j'ai donné une description particulière, et qu'on rencontre sur la rive gauche du Rhin entre Coblentz et Bonn, et dans la Hesse. Ces éminences ont tous les caractères des volcans actuels, et en particulier du Vésuve. Dans elles et autour d'elles se voient, non-seulement des laves de différens degrés de porosité et de pures scories qui coulèrent successivement les unes sur les autres,

mais

mais encore entre elles des rejetons de fraisi, et une immense quantité de pierres-ponces.

Les pierres-ponces sont une circonstance connue appartenant au Vésuve, mais avec un caractère remarquable; elles ne sont point une éjection du cratère, ou de toute autre partie connue de ce volcan; elles sortent du fond de la mer dans des endroits ou l'eau est excessivement chaude. Mon frère a eu occasion de découvrir cette circonstance par un chien qui se plaisoit à nager le long de sa chaloupe, et qui crioit de temps en temps comme si la chaleur l'avoit brûlé. Mon frère, en effet, ayant plongé sa main dans l'eau, se convainquit qu'elle étoit chaude. C'est probablement de ces endroits que les pierres-ponces sortent du fond de la mer. On les trouve flottant sur la surface de l'eau, la pierre-ponce étant spécifiquement plus légère que cet élément.

Ce produit volcanique connu et extrêmement important, se trouve aujourd'hui autour de quelques éminences volcaniques auprès du Rhin. J'ai vu des lits très-étendus de pierres-ponces sur la rive gauche de ce fleuve en face de Coblentz; et dans quelques endroits ces lits de pierres-ponces sont entremêlés de lits bien distincts de fraisi lancé à quelques intervalles du cratère de ces volcans; mais à cet égard, comme à l'égard de l'origine aqueuse de nos couches minérales, il y a trop de circonstances pour pouvoir les rapporter ici, je renverrai donc l'auteur à mes descriptions.

Ce ne sont pas là les seuls restes d'anciens volcans observés sur nos continens. Dans un nouvel ouvrage géologique que je viens de publier sous le titre de *Voyages géologiques dans quelques parties de la France, du Zwiderczée et de l'Allemagne*, j'ai décrit dans les parties septentrionales de cette dernière, une multitude de collines basaltiques qui, d'après la nature de leur substance, sont évidemment volcaniques; mais ce en quoi elles sont particulièrement intéressantes, c'est qu'elles offrent une nouvelle preuve que quelques laves sortent du fond de la mer. Ces laves de leur nature, encore rouges de chaleur, rencontrant l'eau de la mer, se brisèrent dans la forme prismatique des basaltes.

Mon frère en a vu un exemple dans les volcans modernes sur les côtes de Sicile auprès de Catane. Une lave ayant coulé du Mont-Etna dans la mer, la partie qui resta sur la terre retint le caractère de toutes les laves; mais lorsque l'eau étoit basse,

on aperçut celle qui s'étoit précipitée dans la mer, partagée dans la forme prismatique qui caractérise le basalte.

J'espère, Messieurs, que M. Smithson lira avec intérêt dans votre Journal, les différens faits géologiques qu'il n'a pas eu occasion d'observer lui-même. Sans doute il y apprendra que la Géologie est une science trop étendue pour la réduire en un système général avec quelque certitude, sans avoir observé les différens caractères de la surface de la terre, non pas dans un seul pays, mais dans plusieurs; attendu que dans quelques contrées les mêmes phénomènes sont suivis d'autres phénomènes qui peuvent prévenir les erreurs. Quant aux renseignemens obtenus de contrées que nous ne connoissons pas nous-mêmes, il concevra aussi qu'on ne doit pas ajouter foi aux observations de personnes dont les récits annoncent qu'ils ont considéré ces phénomènes, l'esprit déjà frappé d'une hypothèse à laquelle ils sont attachés.

J'ai l'honneur d'être, Messieurs,

Votre très-obéissant serviteur,

J. A. Deluc.



NOUVELLES LITTÉRAIRES.

Connoissance des Temps, ou des Mouvemens célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1816. Publiée par le Bureau des Longitudes. Un vol. in-8°. A Paris, chez Mme Ve *Courcier*, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

Cet ouvrage est connu de tous les savans.

Le même Libraire a recueilli un nombre considérable de volumes de la *Connoissance des Temps*, depuis l'année 1760, époque où l'on a commencé à y insérer des Mémoires d'Astronomie, et des Tables auxiliaires, jusqu'à la présente année. Les personnes dont la collection est imparfaite, pourront s'adresser à lui pour la compléter.

Astronomie théorique et pratique; par M. *Delambre*. Trois vol. in-4°. A Paris, chez Mme Ve *Courcier*, Imprimeur-Libraire, quai des Augustins, n° 57.

Révision des nouvelles Doctrines Chimico-Physiologiques, suivie d'expériences relatives à la Respiration, par M. *Coutanceau*, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris, Médecin de l'Hôpital militaire du Gros-Caillou, Membre de la Légion-d'Honneur, et Médecin honoraire des Dispensaires. Un vol. in-8°. A Paris, chez *Maradan*, Libraire, rue des Grands-Augustins, n° 9.

L'auteur examine les nouvelles théories chimiques relativement à l'application qu'on en a faite à la Physiologie. Il fait voir que ces deux sciences sont extrêmement différentes, et que l'association qu'on en a faite est forcée.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.



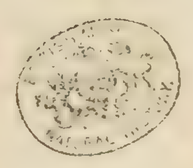
De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET D'HISTOIRE NATURELLE.

JUIN AN 1814.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES SUR LES CÔTES DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE ET DE LA VENDÉE;

PAR M. FLEURIAU DE BELLEVUE.



PREMIER MÉMOIRE (1).

Description des Buttes coquillières de St-Michel en l'Herm.

§ Ier.

Nature de ces Buttes et ce qu'on en connoissoit.

A DEUX lieues et demie au sud-ouest de la ville de Luçon, entre les anciennes îles de la Dune et de Saint-Michel en l'Herm,

(1) J'ai recueilli depuis plusieurs années beaucoup de matériaux, dans l'intention de donner un aperçu de la Géographie physique du département de la Cha-

on voit à la métairie appelée *Les Chaux*, située au milieu d'un immense marais desséché, trois collines fort longues et presque contiguës, connues dans le pays sous le nom de *buttes de Saint-Michel*, lesquelles ne sont composées que d'un amas de coquilles de différentes espèces (1).

Ces coquilles, dont la plupart proviennent de l'huître commune, ressemblent absolument à celles de divers mollusques qui naissent journellement sur nos côtes; mais elles se trouvent élevées de plus de 60 pieds au-dessus du niveau qu'occupent ces mêmes mollusques vivans.

Ce fait est d'une telle évidence qu'il a frappé tous ceux qui ont eu occasion de l'examiner; cependant on n'en a parlé qu'historiquement, sans en donner une description suffisante pour les naturalistes : on en a seulement conclu que la mer étoit jadis plus élevée qu'elle ne l'est à présent.

Je ne prétends pas non plus expliquer la cause de cette étrange disposition; mais comme il s'agit d'un phénomène intéressant pour la Géologie, je crois nécessaire de décrire avec assez de détails ce que j'en ai vu, pour qu'on puisse remonter, s'il est possible, à cette cause; et pour fournir, peut-être, un moyen de plus de reconnoître la marche que la mer a suivie quand elle a abandonné nos continens.

Si la mer, en s'abaissant, avoit laissé sur cette plage un amas de coquilles semblables à celles qu'on trouve dans l'intérieur des terres, il n'y auroit là rien d'extraordinaire, rien dont on ne pût montrer des milliers d'exemples. Nos plaines et nos collines fourmillent de corps marins. On en rencontre jusqu'à dix mille

---

rente-Inférieure. Plus je me suis occupé de ce travail, et plus j'ai rencontré de faits géologiques et d'histoire naturelle qui me sembloient nouveaux, ou sur l'explication desquels les naturalistes ne me paroissoient pas encore fixés. Ces faits demandent, pour être connus, des détails et des développemens trop étendus pour trouver place dans ce genre d'ouvrage. Cependant on ne peut le réduire à une simple nomenclature; il faut, pour le rendre utile, indiquer du moins l'opinion la plus générale sur la cause et les conséquences des principaux objets. Avant donc de le terminer, je prends le parti d'exposer dans différens Mémoires, ceux de ces objets qui exigent quelques discussions. J'espère qu'en consultant ainsi les naturalistes et en provoquant de nouvelles recherches, je pourrai donner ensuite des résultats plus certains.

(1) Ces buttes sont figurées en une seule masse oblongue, sur la carte de Cassini, n° 133, dite de l'île de Ré.

pieds de hauteur sur les Pyrénées, et jusqu'à douze mille sur les Alpes; mais presque tous ces corps marins fossiles des continens appartiennent à des espèces différentes de celles qui vivent dans nos mers d'Europe, tandis que les buttes dont il s'agit paroissent entièrement formées par des dépouilles de *nos espèces modernes*.

Ces dépouilles se trouvent donc au même niveau que les coquilles fossiles des coteaux de la Charente-Inférieure et de la Vendée, qui en diffèrent totalement; la plupart de celles-ci étant les mêmes que celles des Alpes, dont les analogues n'existent plus ou ne vivent que dans les pays chauds (1).

Je n'ai rien vu non plus de semblable sur la grande étendue de rivages de l'Océan et de la Méditerranée que j'ai parcourus. J'ai donc lieu de croire qu'il y a ici une sorte d'énigme ou de problème à résoudre.

Pour s'en assurer, il m'a paru qu'il falloit examiner, non-seulement la nature et la disposition de ces buttes, mais encore jeter un coup-d'œil sur les cantons circonvoisins. Il falloit savoir aussi quelles sont les espèces de mollusques qui les ont formées. Les coquilles sont les médailles du globe; ce sont les pièces à l'appui de sa chronologie physique : la désignation de celles-ci est donc absolument nécessaire.

Voyons d'abord ce qu'on a déjà dit à ce sujet.

On trouve dans un manuscrit de M. Masse, ingénieur du Roi, en 1715, *que ces huîtres semblent avoir été arrangées et mises par lits*. « Le frère Laval, dit-il, qui a écrit sur les choses mé- » morables du pays, étoit d'avis *que c'est la mer perdant » qui les laissa vives et jointes ensemble.* » M. Masse ajoute : « qu'il ne peut concevoir l'origine de ces buttes, et *qu'on peut » les regarder comme une des choses les plus singulières qui » soient au monde.* »

De son côté, le père Arcère, qui écrivoit l'histoire de la Rochelle et du pays d'Aunis en 1755, y rapporte (2) « qu'on aper- » çoit presque partout, dans les environs de Saint-Michel en

(1) Je n'ai pu encore apercevoir dans la Charente-Inférieure, ni près de ses limites, le calcaire contenant des coquilles d'eau douce, dont MM. Cuvier et Brongniart viennent de faire connoître la grande importance. Peut-être en existe-t-il dans le nord de la Vendée.

(2) Tome Ier, page 14.

» l'Herm, un fond d'écailles d'huîtres. A un quart de lieue » de cette abbaye, s'élèvent sur une grande plaine qui se termine à l'Océan, trois tertres, hauts de 31 pieds, formés » d'huîtres *arrangées par couches*. Ces testacées sont encore » dans une emboîture juste, dans une liaison parfaite et naturelle et dans un ordre exact : ils sont tous sains et entiers, » presque sans aucune altération de substance et de couleur.... » Le premier de ces tertres a 104 toises de longueur; celui du milieu » 36, et le dernier 260. Près de Luçon, et à 1900 toises de la » *vieille Chenau*, on voit deux buttes dont le massif est d'écailles arrangées avec symétrie, comme celles dont on vient » de parler : ce sont deux bancs d'huîtres tels qu'on en voit » auprès de la petite île de la Dive. La mer, en se repliant » sur elle-même, a laissé à sec tous ces bancs, authentiques » monumens qui déposent en faveur de l'ancien lit qu'elle a » occupé. »

Enfin M. Cavoleau, dans son Annuaire Statistique de la Vendée (1), remarque, en parlant des immenses marais qui forment la partie méridionale de ce département, que « s'il étoit » possible de révoquer en doute le séjour de la mer sur une » partie de ces marais, il suffiroit de les parcourir pour acquérir la conviction de ce fait incontestable. Des coquillages » absolument semblables à ceux que l'on trouve sur la côte » voisine, sont disséminés sur une superficie de quatre lieues » carrées dans la partie occidentale.

» C'est particulièrement dans la commune de Saint-Michel » en l'Herm, que la mer a laissé un témoignage irréfragable » du séjour qu'elle a fait sur cette partie de notre territoire. » A une lieue de la côte, elle a déposé trois bancs d'huîtres » presque contigus, qui forment une montagne d'une espèce » singulière. J'en ai fait calculer la masse au-dessus de la surface du sol, et l'on a trouvé qu'elle formoit un cube de 336 » mille mètres. Quelque étonnante que soit cette masse, elle » est cependant beaucoup plus considérable qu'elle ne le paroît. » J'ai la certitude qu'elle pénètre à une assez grande profondeur » au-dessous de la surface du sol, et comme elle est plus large » à la base qu'au sommet, je suis persuadé que son cube est » au moins de 600 mille mètres.

(1) Annuaire de l'an XII, pag. 33.

» A la surface, les coquilles, sans être dans un état pulvé-
» rulent, ont cependant perdu leur gluten et se brisent au moindre
» effort. Un commencement de végétation se fait apercevoir au
» sommet de la montagne; mais les coquilles qui ont été toujours
» à l'abri du contact de l'air, sont encore aussi solides que si
» elles sortoient immédiatement de la mer. »

§ II.

Description spéciale.

C'est à peu près là ce qu'on a dit de plus important sur ces collines singulières : il me reste à décrire ce que j'en ai vu. Je n'ai pu y passer que quelques heures (au mois de septembre dernier); j'ai pu cependant distinguer la disposition de leurs couches, tant parce qu'elles sont à découvert de divers côtés, que parce que je les ai fait sonder dans un grand nombre d'endroits et à différentes hauteurs.

On y distingue trois éminences ou buttes dont deux se joignent au niveau du sol, et ne sont séparées de la troisième que par un intervalle de 7 à 8 toises; elles ne forment probablement qu'une seule masse en se réunissant par leurs bases. Ces bases disparoissent dans la terre du marais, qui est une argile vaseuse déposée récemment par la mer, et dont la profondeur est inconnue.

Ces buttes, éloignées de 3000 toises de la mer, sont très-voisines des anciennes îles calcaires de la Dune et de Saint-Michel, c'est-à-dire, à cent toises environ du pied de la première et à 3 ou 400 de la seconde (1).

Elles sont situées vers l'extrémité occidentale d'une plage de marais de quarante lieues carrées, qui n'est garantie de la mer que par des digues sur le bord du golfe de l'Aiguillon, et par une chaîne de rochers calcaires, moins élevés que ces buttes, mais couverts par des dunes de sable, le long du pertuis Breton.

Leurs formes et leur disposition sont fort bizarres; elles serpentent, en se dirigeant, comme la côte voisine, du sud-est au nord-ouest, dans un espace d'environ 150 toises de largeur sur

(1) Toutes les anciennes terres de ce pays, qui s'élèvent au-dessus des marais desséchés et qui étoient jadis des îles, conservent encore ce nom quoiqu'elles aient cessé d'être entourées d'eau.

360 de longueur, ensorte que leur développement occuperoit près de cinq cents toises.

Elles sont disposées en zig-zag, comme le seroient en quelque sorte deux S inégales et très-irrégulières, couchées en sens inverse à la suite l'une de l'autre et séparées par un trait. La figure suivante

donne une idée de cet ensemble, mais les caractères qui la composent sont beaucoup trop simples et trop uniformes pour exprimer la grande irrégularité des masses et des contours de ces buttes. Le trait qui se dirige de l'une à l'autre représente la plus petite et la plus basse des trois, laquelle n'a que 36 toises de longueur, tandis que les autres en ont ensemble plus de 400. La carte de Cassini n'exprime pas la moitié de l'étendue qu'elles occupent réellement.

Dans celle du nord-ouest, représentée ici par la plus petite des deux S, on voit des gorges et d'assez grands terre-pleins; mais le plus souvent elles ne présentent que de longues chaussées, dont les côtés sont çà et là parallèles, et qui sont tantôt très-larges à leurs bases et tantôt très-étroites; ces bases ont depuis dix jusqu'à trente toises de largeur et au-delà. Leurs flancs sont parfois si rapides, qu'ils semblent avoir été jadis des falaises battues par la mer; enfin quelques-uns de leurs sommets ne sont que des arêtes presqu'aiguës.

Leur hauteur ne varie pas moins que leurs formes : les deux plus grandes ont, dans plusieurs endroits, près de trente pieds d'élévation sur le raz-pré du marais, lequel seroit couvert de 4 à 5 pieds d'eau par les grandes marées, si des digues ne l'en garantissoient pas (1).

Quant à leur principal sommet, qui est situé sur celle du nord-ouest, au-dessus de la métairie *des Chaux*, bâtie à mi-côte, il a environ 45 pieds de hauteur au-dessus de ce marais, et près de 59 pieds au-dessus des basses mers moyennes des sizygies, ou de *vives eaux*, ce marais étant élevé lui-même de 14 pieds

---

(1) Il est facile de s'assurer de la différence des niveaux, car les eaux de la mer viennent baigner le pied de ces buttes, lorsqu'en été on les fait entrer dans les fossés du marais pour en rafraîchir le sol, qui devient très-dur et brûlant, parce qu'il est argileux et privé d'eaux douces.

au-dessus de ces basses mers. Or, comme la partie supérieure des bancs d'huîtres vivantes ne commence à se montrer qu'à trois ou quatre pieds au-dessous de cet abaissement de la mer, et que la plupart de ces bancs se trouvent encore plus bas, on peut dire que les coquillages du sommet *des Chaux* sont élevés de 62 pieds pour le moins, au-dessus de leurs pareils qui forment des bancs sur nos côtes (1).

On trouve sans doute ces mêmes mollusques à quelques pieds au-dessus de ces basses mers, c'est-à-dire jusqu'au point où les marées des quadratures ou de *mortes eaux* peuvent encore les couvrir momentanément de la quantité d'eau qui leur est nécessaire pour subsister; mais leur existence sur cette zône des rivages n'est qu'incertaine et précaire, parce que durant la mer basse ils y sont alternativement exposés à l'action du soleil, au dangereux contact des eaux douces, et surtout à la gelée qui les détruit promptement. Ils sont en conséquence dispersés, ou seulement en couches très-minces dans quelques abris et ne peuvent former des bancs proprement dits : ils disparoîtroient même bientôt, si le plus grand nombre n'étoit pas renouvelé par le frai de ceux qui habitent plus bas. On voit en effet, chaque année, que les flots soulèvent et répandent ce frai sur tout l'estrand de la mer.

J'ai consulté divers pêcheurs pour connoître les rapports qui peuvent exister entre ces buttes et les véritables bancs d'huîtres, dont le sommet n'est jamais, ou presque jamais, découvert par la mer. J'ai appris que ces bancs sont en général parallèles aux courans, et qu'ils sont très-irréguliers dans leurs surfaces et leurs contours : près de la côte, où ils portent le nom de *bancs de terre*, ils ont peu d'épaisseur et sont disposés en gradins horizontaux, comme les couches du roc calcaire sur lesquelles ils se sont formés; mais plus loin du rivage, ils sont situés beaucoup

(1) La hauteur de ce sommet a été mesurée par un habitant de Saint-Michel, qui m'a dit l'avoir trouvée de 63 pieds au-dessus du marais; ce qui porteroit la hauteur totale à près de 80 pieds. Pour moi, n'ayant point les instrumens nécessaires, je n'ai pu l'évaluer que grossièrement à l'aide d'une échelle et d'une grande perche placées verticalement; mais je fus aidé dans cet essai par un propriétaire de ce canton, et par M. Faivre, principal fermier, qui avoient déjà cherché à apprécier cette hauteur au-dessus du marais; et il nous a paru qu'elle s'éloigne très-peu de 45 pieds. Au reste, quelques pieds de plus ou de moins sont ici de peu d'importance et n'influent en rien sur la singularité du phénomène.

plus bas et ils ont une grande épaisseur. La drague, qui traîne à leur surface, tombe souvent tout-à-coup, ce qui indique des flancs très-rapides et de grandes inégalités dans leurs pourtours. Leur étendue est enfin très-variable; on en connoît de fort *courts* et d'autres qui ont jusqu'à 500 toises de longueur. On voit donc ici, quant aux formes extérieures, plusieurs dispositions semblables de part et d'autre.

Maintenant nous avons à examiner l'intérieur des masses. Nos buttes se composent des dépouilles,

1° De l'huître commune, *ostrea edulis*, Lin., qui en forme la presque-totalité, mais parmi lesquelles on trouve de tous côtés d'autres espèces de mollusques qui s'attachent ou qui rampent encore sur les bancs de ces huîtres de nos mers : ces espèces présentent toutes les variétés d'âges, de formes et de grandeur; et ne ser encontrent aussi, comme les huîtres, que très-rarement dans la partie supérieure du rivage; savoir :

2° L'anomie pelure d'oignon, *anomia ephippium*, Lin., nommée ici l'*éclair* à raison de sa phosphorescence;

3° Le peigne commun, *pecten sanguineus*, Lin., appelé *petoncle* sur nos côtes, où l'on en fait une grande consommation. Il habite sur les bancs d'huîtres, mais un peu plus bas que leur sommet, parce qu'il est beaucoup plus sensible qu'elles au froid et à la chaleur;

4° La modiole barbue, *modiola barbata*, Lam., *mytilus barbatus*, Lin., que nos pêcheurs appellent *moule chenue*. Ils l'ont reconnue sur-le-champ pour être celle qui demeure avec les huîtres, quoique les écailles que je leur présentois eussent perdu leur épiderme;

5° La pourpre imbriquée, *murex imbricatus*, de la collection de M. de Lamarck : ce murex est figuré par Favanne, pl. 37, fig. C³ et C⁴, mais il ne paroît pas avoir été décrit quoiqu'il soit très-commun dans nos parages où il porte le nom de *burgau poivreux*, parce que sa chair a le goût de poivre (1);

---

(1) Tous nos pêcheurs assurent que ce coquillage détruit les huîtres; en conséquence ils ont grand soin de les ôter des parcs où ils en élèvent : il perce la valve supérieure d'un petit trou rond, au-dessus du grand muscle intérieur, dès que ce muscle est atteint, l'huître périt. C'est un ennemi dont il ne me paroît pas qu'on ait fait mention.

6°

6° La nasse réticulée, *buccinum reticulatum*, Lin., buccin cordonné de Bruguière, n° 40, appelé ici le *burgau pointu*, figurée parmi les buccins de Favanne, pl. 33, fig. G;

7° Le sabot, *turbo*..., fort petit coquillage, appelé ici *guignette de sart*, très-commun dans la partie supérieure de nos rivages et fort rare sur ces buttes;

8° Le petit balanne blanc, appelé ici *petit gland de mer* ou *cravan*, qui s'est attaché à la plupart de ces coquilles, comme il s'attache encore à leurs semblables;

9° Enfin, quelques-unes des plus anciennes coquilles ont été percées de trous par un ver lytophage, comme le sont journellement les vieilles écailles et les pierres de nos côtes.

J'ai sous les yeux ces différentes coquilles, ainsi que leurs pareilles de nos rivages, que j'ai vues vivantes, et je ne peux apercevoir la plus petite différence entre les unes et les autres. Quelques heures de plus employées à cette recherche, m'eussent sans doute fait trouver sur ces buttes d'autres mollusques également semblables aux nôtres; mais ceux-ci doivent suffire, je pense, pour démontrer qu'il y a identité d'espèces, ainsi que les naturalistes doivent l'exiger pour reconnoître ici des circonstances extraordinaires.

Toutes celles de ces coquilles qu'on prend dans l'intérieur sont aussi entières et presqu'aussi solides que si elles sortoient de la mer; beaucoup ont encore des couleurs très-fraîches.

Les deux valves, tant des huîtres que des anomies et des peignes, sont presque toujours réunies : la plupart des huîtres posent sur leur valve concave, dans leur état naturel, et forment des couches horizontales; enfin ces couches sont séparées çà et là, et même traversées par des amas, ordinairement de peu d'épaisseur, où les coquilles sont pêle-mêle, comme on les voit sur nos rivages s'attacher irrégulièrement les unes aux autres. Celles qui sont disposées par couches n'ont que peu ou point d'adhérence entre elles; mais plusieurs de celles qu'on trouve placées sans ordre ou sur les flancs, et qui n'ont pas été altérées par l'action de l'air, sont collées les unes aux autres et ne se séparent que très-difficilement. Une excavation profonde faite il y a quelque temps, au pied de la butte du nord, dans la terre du marais, mit à découvert une partie du flanc de cette butte qui ressembloit à un mur et qui étoit très-dure, parce que les coquilles s'y trouvoient fortement agglutinées.

Nos pêcheurs m'ont dit qu'il en étoit précisément de même dans les bancs sous la mer. La drague enlève facilement les huîtres des surfaces horizontales, souvent même les flots seuls les détachent et les accumulent dans les angles des récifs, où on les ramasse aisément; et de là vient la singulière dénomination d'*huîtres courantes* qu'on leur a donnée : celles des flancs, au contraire, adhèrent tellement les unes aux autres dans toutes sortes de situations, qu'elles forment des espèces de rochers très-irréguliers.

De la terre fine et sablonneuse a pénétré peu à peu entre ces diverses coquilles, ainsi que dans leur intérieur, mais elle est en si petite quantité qu'on n'en voit ni amas, ni couches, et que beaucoup d'interstices sont restés vides.

Je n'ai pu y apercevoir aucune des autres bivalves qui naissent en abondance dans les sables et dans les vases de nos côtes; on n'y voit non plus ni fossiles marins ou fluviatiles des continens, ni pétrifications, ni concrétions calcaires, ni aucune trace d'ancienne formation; en un mot, c'est un véritable banc d'huîtres que la mer ne semble avoir abandonné que depuis peu de siècles; on diroit presque depuis peu d'années.

On y remarque aussi des dispositions, non-seulement semblables à celles des bancs de la mer voisine, mais encore très-analogues à celles des grands rochers de madrépores qui forment chaque jour de nouveaux écueils dans les mers du sud. En effet, Forster et d'autres navigateurs rapportent que « les polypes y » bâtissent à peu de distance de la surface de la mer, des bancs » très-étroits et fort bizarres, qui sont verticaux du côté des » courans, et ensuite contournés de manière à assurer dans leur » milieu des places calmes et abritées (1). »

Enfin l'état de conservation des masses fait présumer que la mer l'a quitté tout-à-coup, mais sans agitation; si elle s'étoit abaissée lentement, ses vagues auroient certainement rompu ces longues chaussées et arrondi leurs sommets; elles auroient laissé sur leurs flancs beaucoup de coquilles usées ou roulées, et peut-être aussi des vases, des sables et des galets.

---

(1) *Voyez* l'Essai de Géologie, par M. Faujas de Saint-Fond, tome II, pag. 41 et suivantes.

§ III.

Examen des Causes de leur élévation au-dessus de la mer.

D'après la description que nous venons de faire de ces buttes, on voit donc qu'il s'agit des dépouilles de plusieurs mollusques testacés qui paroissent occuper la même place où ils sont nés, et qui dûrent nécessairement leur existence aux mêmes conditions qu'exige encore leur postérité pour exister elle-même. Il falloit que la température de la mer et son degré de salure fussent à peu près les mêmes qu'aujourd'hui, et que la mer ne s'élevât pas au-dessus de ces animaux à une hauteur moindre, ni beaucoup plus grande, qu'elle ne s'élève maintenant au-dessus de leurs semblables.

Mais alors l'Océan étoit donc pour le moins de 62 pieds plus élevé qu'il ne l'est à présent, et par un privilége spécial, c'est à notre contrée qu'il auroit laissé les coquilles de ces *espèces modernes* qui, par leur position, se trouvent peut-être les plus élevées de tout le globe; ou bien il faudroit supposer que tous ces mollusques sont nés depuis que la mer est réduite à son niveau actuel, et que leur masse entière a été soulevée au-dessus de ce niveau par une révolution extraordinaire?

Il est évident que ces coquilles n'ont pu être accumulées par une violente agitation des flots; tout ici le démontre. Il semble donc qu'on est forcé de recourir à l'une des deux autres suppositions; et cependant toutes les deux présentent les plus grandes difficultés. Je ne prétends point les résoudre, mais je crois devoir les examiner ici, tant pour compléter cette description, que pour provoquer la recherche d'une explication probable.

La supposition d'un soulèvement, par une cause quelconque, a contre elle:

La parfaite conservation de ces coquilles, de celles surtout qui sont les plus fragiles, telles que l'*anomie*, qui n'a été surnommée *pelure d'oignon*, qu'à raison du peu d'épaisseur et de l'extrême délicatesse de ses valves. La moindre secousse devoit les briser, ainsi que les franges et les parties saillantes des autres coquilles.

Cette supposition a contre elle encore, la réunion presque cons-

tante des deux coquilles des bivalves et la situation généralement horizontale des couches qu'elles forment. Des secousses irrégulières eussent nécessairement dérangé la plupart de ces valves et de ces couches.

Ces considérations s'opposent, à plus forte raison, à toute conjecture d'un soulèvement par l'agitation des flots.

Il est vrai que la profondeur du vaste marais où se trouvent ces buttes est inconnue; que le sol n'a de consistance qu'à sa surface; que sa solidité décroît en descendant; que des sondes enfoncées jusqu'à 80 pieds dans de pareils marais, sur les bords de la Sèvre et de la Charente, n'en ont rapporté que de la vase détrempée, et qu'ainsi ces bancs d'huîtres auroient pu être soulevés jadis, s'ils sont, pour ainsi dire, à flot dans cette pâte molle et sans appui solide, comme le sont toutes les maisons et les écluses qu'on bâtit sur ces terrains.

Mais on sait aussi que dans nos mers d'Europe les huîtres s'attachent de préférence aux rochers; la présence et la réunion de celles-ci indiquent donc qu'il doit se trouver des couches de roc au-dessous d'elles. L'existence de ce roc devient d'autant plus vraisemblable que, d'une part, les îles de la Dune et de Saint-Michel, composées de couches calcaires, sont si près l'une de l'autre qu'elles peuvent avoir une base commune qui se trouveroit nécessairement au-dessous de ces buttes; et de l'autre, que c'est ordinairement dans le prolongement de ces sortes de couches qu'on rencontre les bancs d'huîtres sur nos rivages.

Or, dans ce cas, l'hypothèse d'un soulèvement devient d'autant plus difficile à admettre, que les couches de ces îles ne paroissent avoir éprouvé aucun désordre; *tout ce que j'en ai vu étoit horizontal :* il auroit fallu que ces îles se fussent élevées en même temps que les buttes.

Si, au contraire, ces huîtres s'étoient fixées sur des bois, ou sur une île d'une nature quelconque et indépendante de celles de la Dune et de Saint-Michel; si cette île avoit été soulevée lentement et sans secousses, les bancs d'huîtres auroient pu sans doute rester intacts; mais il auroit fallu encore que ce mouvement eût été parfaitement vertical, pour que leurs couches demeurassent horizontales, et c'est ici trop de suppositions à-la-fois. Enfin d'autres circonstances, telles que les contours de ces bancs, semblables à ceux de nos mers et à ceux des polypiers

de la mer du Sud, concourent aussi à éloigner l'idée d'un soulèvement.

Il nous reste donc à examiner la première hypothèse, celle d'une élévation de l'Océan à 62 pieds pour le moins au-dessus de son niveau actuel, pendant laquelle ces buttes se seroient formées.

Les eaux de la mer ont pu sans doute s'élever à cette hauteur, puisque c'est une opinion générale qu'elles couvroient autrefois presque tout le globe. On peut concevoir aussi que la mer étant réduite dans sa retraite à la hauteur de ces buttes, pouvoit par diverses circonstances, telles qu'une diminution de sa température, ne plus permettre aux anciennes espèces de mollusques de se développer dans son sein, et qu'à cette époque elle a pu commencer à donner naissance aux espèces qui sont modernes pour nos contrées (1).

Mais ces changemens peuvent-ils suffire pour nous expliquer pourquoi cette haute accumulation de nouvelles espèces se trouve la seule peut-être qu'on distingue au-dessus du niveau de la mer actuelle?

---

(1) De tous côtés l'on trouve des madrépores à l'état fossile, mais il ne s'en forme maintenant que dans les mers équinoxiales ou les plus chaudes. La température a donc changé presque partout ailleurs. Vancouver, à la Nouvelle-Hollande, Péron, à l'île de Timor, et MM. Humboldt et Bonpland, sur les côtes de Venezuela, de la Trinité et de la Guadeloupe (*Journ. de Physique*, t. LIII, pag. 48), ont vu sur des montagnes des masses immenses de madrépores et des coquilles absolument semblables aux madrépores et aux coquilles des mers de ces parages. On a cité ces observations comme étant très-remarquables: elles le sont en effet; mais bien plus parce qu'elles font exception à la règle, jusqu'alors présumée générale, que par la complication des circonstances. Il paroît qu'il n'y a eu là qu'un seul changement, celui du niveau de la mer, et que la température y est restée à peu près la même qu'autrefois, car jamais les animaux *immobiles*, ceux qui ne peuvent quitter la place où ils sont nés, ne sauroient vivre à des températures fort différentes; et c'est le cas des polypes et de la plupart des bivalves dont il s'agit.

Quant à nos régions boréales, elles offrent un phénomène de plus. Ici tout prouve que la chaleur des eaux de la mer, comme celle des continens, diminua beaucoup dès que la mer se fut abaissée.

Maintenant il nous reste à savoir quel degré de ressemblance existe entre les fossiles et les animaux vivans de la région intermédiaire; les observations nous manquent à cet égard, et c'est une lacune qu'on doit desirer de voir remplir. En général les différentes familles des corps organisés *immobiles* forment une espèce de thermomètre géologique qu'il faut nécessairement consulter, si l'on veut connoître les dernières révolutions du globe.

Comment peut-il se faire que, couvrant nécessairement alors près de cent lieues carrées des plaines de la Vendée et de la Charente-Inférieure, ainsi que tant d'autres qui se trouvent plus ou moins au-dessous de ces 62 pieds, cette mer ne favorisât pas également sur ces plaines le développement et la multiplication de ces mêmes mollusques? Comment n'y a-t-elle pas laissé des amas de sable, d'argile et de galets semblables à ceux qui bordent nos côtes?

Cette exception me paroît d'autant plus étrange, surtout à l'égard des mollusques, qu'aujourd'hui leur frai est soulevé et répandu de tous côtés par les flots, et qu'on voit ces animaux ramper ou s'attacher sur toutes les bases de ces mêmes plaines qui sont baignées par l'Océan.

Plus de deux cent mille mètres cubes de ces buttes se trouvent au-dessus du niveau de plusieurs parties des îles de la Dune et de Saint-Michel : comment ces îles, qui sont si près de cette masse de coquilles, n'en montrent-elles pas du moins quelques foibles dépôts ?

On diroit que ces bizarres collines sont aussi étrangères à celles qui les entourent, que le sont beaucoup de pics et de sommités des Alpes qu'on trouve isolés au milieu de diverses montagnes d'une nature très-différente de la leur, et dont il est fort difficile d'expliquer l'origine.

§ IV.

Bancs analogues dans les Marais circonvoisins.

Quant aux coquillages marins qu'on trouve çà et là dans nos différens marais, plusieurs d'entre eux ont tant de rapports avec ceux de nos buttes, qu'on ne peut se dispenser d'en dire ici quelque chose.

Il faut observer d'abord, à l'égard de ces marais eux-mêmes, qui occupent près de cent lieues carrées depuis l'embouchure de la Loire jusqu'aux environs de Blaye dans la Gironde, que la plupart n'existoient pas encore lorsque les buttes de Saint-Michel ont dû se former. Les progrès rapides et continuels des attérissemens dont nous sommes témoins chaque jour, prouvent que ces marais sont presque tous d'une date très-récente, et que les emplacemens qu'ils occupent étoient alors autant de golfes de l'Océan.

Ces nouvelles terres forment de vastes plaines horizontales qui sont presque toutes de 4 à 6 pieds au-dessous du niveau des plus hautes marées, et communément de 12 à 14 pieds au-dessus des basses mers moyennes de vives eaux (1). Toutes les coquilles intactes qu'on y rencontre, qui ne sont pas fluviatiles ou terrestres, sont d'espèces marines modernes et ne sont jamais pétrifiées. Les coquilles marines anciennes y sont extrêmement rares; elles y sont étrangères et d'autant plus reconnoissables, qu'elles sont toujours pétrifiées ou très-altérées, brisées ou roulées. Là on distingue très-bien, parmi les modernes, celles qui ont vécu dans les sables ou dans les vases, d'avec celles qui s'attachoient ou qui se répandoient sur les rochers; on en voit même qui ont percé ces rochers, comme leurs semblables les percent encore sur nos rivages. Les premières coquilles sont le plus souvent des bivalves qui occupent des étages plus élevés ou plus près des hautes mers que les bancs d'huîtres vivantes (2). On n'est donc pas surpris de trouver quelquefois dans ces terres basses et au-dessous de ces bivalves, des amas ou de petits bancs d'huîtres, soit au fond des grands canaux, soit dans les excavations qui sont assez profondes pour approcher du niveau des basses mers.

On a fait mention de quelques-uns de ces bancs, et j'en ai vu moi-même un qui montroit des couches horizontales à sept mille toises de distance de la côte, dans le canal de la Banche, sur la rive gauche de la Sèvre niortaise. Ceux-là ne paroissent pas extraordinaires, parce qu'il semble qu'à la rigueur ils auroient pu naître dans les eaux de l'Océan moderne.

Cependant il est certain qu'on a vu aussi de grands amas de

---

(1) Le mouvement total de la mer, ou la différence de sa plus grande à sa moindre hauteur moyenne dans nos rades, lors des plus grandes marées, par un temps calme et une fois par an, tout au plus, n'excède pas 21 pieds; celui des moyennes marées de vives eaux est d'à peu près 15 pieds, et celui des moyennes de mortes eaux, de 9 pieds. Il faut se rappeler que c'est à peine au niveau du plus grand abaissement des eaux que les premiers bancs d'huîtres, proprement dits, commencent à se montrer, et que ceux qui sont plus élevés n'ont que très-peu d'épaisseur.

(2) Ce sont des tellines, des donaces, des couteliers, des mactres, le patagau, *mya arenaria;* le lavagnon, *lutraria elliptica;* le sourdon, *cardium edule;* la palourde, *venus virens;* et quelques petites univalves qui servent également de nourriture aux habitans des côtes.

ces mêmes huîtres, à quatre pieds seulement au-dessous du sol dans le marais de *Vix* et dans celui de la *Bourse de Chaix*, sur la rive droite de la Sèvre, à 12 et 15 mille toises du rivage. On en a même reconnu jusqu'à la surface du sol dans plusieurs parties du dessèchement de Saint-Michel en l'Herm. Or, l'origine de ceux-ci peut être fort différente de celle des précédens, s'ils sont véritablement des sommets de bancs naturels ou réguliers; dans ce cas, comme ils se trouvent fort au-dessus des bancs d'huîtres vivantes, ils n'auroient pu se former dans la mer actuelle; ils seroient peut-être contemporains de nos buttes, ou du moins ils auroient dû naître un peu avant que la mer fût descendue au niveau qu'elle occupe maintenant.

Cependant ces derniers amas appartiennent-ils bien à des bancs réguliers? n'ont-ils point été produits par l'agitation des flots de la mer actuelle qui auroit amoncelé ces coquilles? C'est ce que je n'ai pas encore eu l'occasion de vérifier suffisamment; mais je n'ai presque pas lieu de douter qu'ils n'aient été formés dans des circonstances semblables à celles de nos buttes, et qu'ils n'en diffèrent que par leur peu d'élévation (1).

Ces amas couverts de gazons et entourés de terres vaseuses qui les masquent très-souvent, semblent, au premier abord, de bien peu d'importance; on les regarde à peine, parce que les bestiaux les foulent aux pieds; cependant ils prouveroient évidemment, s'ils sont réguliers, que la mer étoit alors de 14, 15 ou 16 pieds plus élevée qu'elle ne l'est à présent : ce seroient des indices et même des repères qui pourroient faire juger de la retraite progressive des eaux. Ils méritent donc certainement

---

(1) Le père Arcère a dit que « près de Luçon, à 1900 toises de la Vieille » Cheneau, on voit deux buttes dont le massif est d'écailles arrangées avec » symétrie, comme celles de Saint-Michel. » Ici la régularité paroît positive, mais il n'en donne ni la hauteur, ni l'étendue, et l'on ne sait d'ailleurs où trouver cette *Vieille Cheneau*. Quoi qu'il en soit, plusieurs personnes qui parcourent depuis trente ans ces marais, m'ont assuré qu'il n'y existe d'autres buttes proprement dites, que celles que nous venons d'examiner, mais elles avoient aperçu çà et là, et notamment près de Saint-Michel, beaucoup de coquilles soulevées par la charrue, et se rappeloient très-bien d'avoir vu dans le communal de Luçon, deux amas ou bancs d'huîtres qui s'élevoient de huit à dix pouces au-dessus du sol, et qui sont probablement ceux dont le le père Arcère a voulu parler : enfin elles avoient remarqué, à la tête du canal de cette ville, un troisième amas qui étoit à fleur de terre.

d'être

d'être examinés de nouveau. Ce n'est ici ni le volume des masses, ni leur hauteur absolue qui doivent fixer particulièrement l'attention : c'est leur structure intérieure, c'est leur hauteur relative au sol et au niveau de la mer qu'il importe d'étudier.

D'autres questions sur ces marais et sur les fossiles qu'ils renferment se présentent encore, mais elles seront le sujet d'un autre Mémoire; il est temps de nous arrêter. J'ai présenté ici plusieurs faits; je desire que ceux qui pourront les vérifier, ou qui se trouveroient à portée de quelques buttes semblables aux nôtres (si toutefois il en existe ailleurs), cherchent à les considérer sous d'autres rapports, afin que nous sachions bientôt ce qu'on peut en conclure.

Ils reconnoîtront sans doute que ces buttes sont des *témoins* d'une hauteur extraordinaire des eaux de l'Océan, et que ces témoins devroient servir à éclaircir la grande question des invasions et des retraites réitérées de la mer sur nos continens, dont s'occupent maintenant les naturalistes. Ainsi les conséquences ne manqueront pas dès qu'on aura découvert leur véritable origine.

A la Rochelle, le 1er décembre 1813.

POST-SCRIPTUM.

Ce Mémoire étoit terminé, lorsque j'ai lu, dans le *Journal de Physique*, du mois de septembre dernier, des observations géologiques, qui ont de singuliers rapports avec celles que je viens d'exposer.

M. A. Risso a découvert à la presqu'île de Saint-Hospice, près de Nice, sur une ancienne roche (calcaire-marneuse à gryphites) élevée de 37 pieds au-dessus de la Méditerranée, un lit de sable argileux de 15 pieds d'épaisseur, contenant une grande quantité de corps marins, dont il a reconnu tous les analogues dans cette mer : ce lit étoit recouvert d'une couche de six pieds d'un mélange d'argile, de cailloux et de galets.

Il a retrouvé les mêmes espèces d'animaux dans les mêmes circonstances de part et d'autre; ce qui le porte à croire que ce dépôt de fossiles n'est pas accidentel; que la mer a fait un assez long séjour à ce niveau, et qu'elle s'y trouvoit à une époque qui semble se rapprocher de nous.

Or il falloit donc que cette mer fût alors à plus de 60 pieds au-dessus de son niveau actuel, comme nous venons de voir que l'Océan auroit dû l'être pour donner naissance à nos buttes coquillières.

Ces deux réunions de fossiles d'*espèces modernes*, quoique fort éloignées l'une de l'autre, seroient-elles, par hasard, contemporaines et produites par la même cause? C'est assurément ce qu'on ne pourroit se permettre de croire qu'autant que bien d'autres amas du même genre auroient été reconnus sur les côtes des deux mers; mais ce rapprochement me semble ne devoir pas être totalement oublié.

ELEMENTS OF AGRICULTURAL CHEMISTRY, ETC.,

OU

ÉLÉMENS DE CHIMIE AGRICOLE

EN UN COURS POUR LE DÉPARTEMENT D'AGRICULTURE;

PAR SIR HUMPHRY DAVY.

Un vol. in-4°. A Londres (1).

EXTRAIT PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

CET ouvrage, que nous avons annoncé dans ce Journal, Cahier de novembre 1813, est le recueil d'un travail de l'auteur pendant dix ans, pour le département de l'Agriculture. La Chimie agricole, dit-il, n'a pas été assez cultivée pour avoir une marche fixe comme les autres branches de cette science.

Mais avant que d'exposer le travail de l'auteur, jetons un coup-d'œil sur les parties constituantes des végétaux, pour avoir un aperçu de ce qu'ils peuvent retirer des différens terrains. Les divers principes qu'on a reconnus dans les végétaux, sont:

1° Le carbone,
2° L'oxigène, ou air pur,
3° L'hydrogène, ou air inflammable,
4° L'azote,
5° L'acide carbonique,
6° Différentes terres, la silice, l'alumine, la chaux, la magnésie;
7° Différens métaux, le fer, le manganèse;

(1) Extrait de la *Bibliothèque Britannique*.

8° La potasse,
9° La soude,
10° Le soufre, l'acide sulfurique,
11° L'acide phosphorique,
12° L'acide muriatique,
13° L'ammoniaque,
14° Divers acides végétaux,
15° Divers principes immédiats.

. . . .

L'objet de l'Agriculture doit donc être de rechercher les substances qui peuvent favoriser la formation de ces divers principes chez les végétaux. Ces substances sont :

Les terres, qui sont un des premiers objets à examiner. Quatre terres forment principalement le sol sur lequel végètent les plantes, savoir : l'alumine, la silice, la chaux, la magnésie. Il faut y ajouter les oxides de fer. C'est dans la proportion de ces substances, leurs mélanges..., que consiste la fertilité d'un terrain.

L'eau est un des principes les plus féconds de la végétation. Des agriculteurs ont même cru qu'elle seule pouvoit fournir toute la nourriture aux végétaux. Il paroît que les Égyptiens connoissoient toute son influence, car ils avoient grand soin d'arroser leurs terres par les inondations du Nil, qu'ils conduisoient avec beaucoup d'art.

Les Grecs employoient l'eau dans les irrigations de leurs terres avec la même sagacité.

Dans les temps modernes, Vanhelmont, en 1610, donna, par ses belles expériences, une nouvelle force à l'opinion que l'eau étoit le principal aliment des plantes. Il planta des végétaux dans des terres bien lessivées, et enfermées dans des caisses recouvertes avec précaution. Il les arrosoit avec de l'eau pure. Au bout de quelques années, les plantes avoient acquis beaucoup de poids, et la terre n'avoit presque pas perdu du sien.

Woodward, en 1691, prétendit que les expériences de Vanhelmont n'étoient pas exactes.

Mais Cavendish, en 1783, ayant dit que l'eau étoit composée d'hydrogène et d'oxigène, l'opinion de Vanhelmont devint plus probable... On ne sauroit douter que l'eau ne contribue beaucoup à la végétation, mais elle n'en est pas le seul élément.

L'air doit être regardé également comme une partie essen-

tielle à la végétation, mais l'air atmosphérique n'est point une substance homogène, comme on le croyoit autrefois. Les expériences modernes ont démontré qu'il est composé de différentes substances aériformes. L'air pur, qui est le 0,21, contribue plus particulièrement à faire végéter les plantes. Cependant les autres parties de l'air atmosphérique ont aussi leur utilité.

La terre a été également regardée par quelques savans, comme le principe de la nourriture des végétaux.

Jethro Tull, dans son Traité d'Agriculture, en 1733, soutint que les végétaux étoient principalement nourris par des molécules terreuses très-divisées...

Duhamel, en 1754, adopta l'opinion de Tull; mais il reconnut ensuite que Tull avoit été trop loin. Des expériences ultérieures lui firent voir que les engrais se consommoient en totalité par le procédé de la végétation; ainsi ils sont donc utiles à la végétation.

La terre, l'eau et l'air contribuent donc chacun à la végétation, mais ils n'en sont pas les seuls agens.

Les engrais y contribuent également. J'ai rapporté que nos bons vins de Bourgogne sont singulièrement détériorés, lorsqu'on met des engrais au pied des ceps de vigne. Cette vérité est reconnue de tous les agriculteurs : le goût de *terroir* qu'ont certains vins, est dû à des parties mélangées avec les terres.

Il est même des engrais, tels que la poudrette (les excrémens humains desséchés), qui donnent un si mauvais goût aux végétaux, tels que les luzernes..., que les animaux refusent de les manger.

Une des questions les plus agitées parmi les agriculteurs, est de savoir dans quel état on doit employer le fumier. La Chimie répond qu'un fumier qui a trop fermenté, qui forme une masse molle et grasse, est en partie décomposé, qu'il a perdu une partie de ses principes, et que par conséquent il produit moins d'effet que si la décomposition n'étoit pas trop avancée.

Le gypse a été employé comme engrais; mais en Angleterre on n'a point encore de données certaines sur son application. Les recherches chimiques éclairciront ce point. Les plantes qui végètent le mieux par l'usage de cette substance, telles que le trèfle et la plupart des plantes des prairies artificielles, donnent toujours à l'analyse du gypse...

La chaux est également employée comme engrais, les Romains s'en servoient déjà, suivant Pline.

La marne, comme engrais, étoit déjà en usage chez les Gaulois, les Bretons...; mais ce n'est que dans ces derniers temps que l'analyse chimique a fait connoître la nature de ces diverses substances.

M. Tennant, en 1800, a fait voir que la pierre calcaire qui contient une certaine quantité de magnésie, et réduite en chaux par la calcination, rendoit stériles certaines terres sur lesquelles on en jetoit. Cependant cette chaux est appliquée avec succès sur les terres fertiles du Leicester et du Derbyshire...

La théorie des jachères est fort simple. La jachère ne produit aucune source de richesse pour le sol. Le seul rapport sous lequel cette pratique soit utile, c'est la destruction des mauvaises herbes et le nettoiement de la terre; il faut ajouter le renouvellement des parties nutritives par l'influence des pluies, de l'air...

L'écobuage, ou brûlement, rend les glaises moins cohérentes, plus perméables à l'eau, et par conséquent plus propres à la végétation; mais il détruit une partie des substances végétales et animales, ce qui est le plus souvent à éviter.

L'irrigation étoit bien connue des anciens. Les Égyptiens l'employoient avec beaucoup d'art dans les inondations du Nil. Ils en conduisoient, par des canaux, les eaux dans les endroits les plus éloignés. L'eau agit sur la végétation, non-seulement en fournissant de l'humidité à leurs racines, mais par les principes nourrissans qu'elle contient. C'est ce qu'on voit dans les eaux des fumiers, les eaux limoneuses...

La rotation et les divers systèmes de culture doivent être appropriés à la nature du sol : et ce sol ne peut être connu que par l'analyse chimique.

Ces faits démontrent suffisamment l'utilité de la Chimie pour les progrès de l'Agriculture.

L'Anatomie et la Physique végétales sont des connoissances encore nécessaires à l'Agriculteur.

Mais ce seroit une erreur, ajoute l'auteur, de croire qu'il faille qu'un agriculteur ait une connoissance approfondie de la Chimie et des autres sciences; elle ne lui est pas nécessaire; il ne doit posséder que les principes généraux de cette science.

L'Agriculture a assez d'attraits par elle-même. Combien n'est

pas digne de notre attention, cette étude où le plaisir résulte de l'amour de la vérité et de la science. Elle se trouve encore liée avec des avantages beaucoup plus étendus.

Nihil est agriculturâ melius, nihil uberius, nihil HOMINE LIBERO *dignius.*

Nous allons examiner plus particulièrement les terrains.

Sur la nature des différens Terrains; leurs parties constituantes; analyse des différens terrains; leur emploi. Des Rochers et des Couches que l'on trouve en creusant. De l'amélioration des différens terrains.

La connoissance des différens terrains et des moyens de les améliorer est un objet de la première importance pour le fermier. La science de la Chimie peut éclairer cette partie de l'agriculture, mieux encore que toute autre.

Les terrains sont extrêmement variés dans leurs apparences et dans leurs qualités; cependant cette diversité est due uniquement aux différentes proportions des mêmes élémens qui se combinent, ou à un mélange purement mécanique.

Nous avons déjà nommé les substances qui constituent les terrains. Ce sont de certains composés de silice, de chaux, d'alumine, de magnésie, d'oxide de fer, de manganèse, de matières animales et végétales en état de décomposition (1), et d'une combinaison d'acides et d'alcalis.

Dans toutes les expériences chimiques relativement à l'Agriculture, faites sur divers terrains, les parties constituantes obtenues ont été des composés; et c'est ainsi qu'elles agissent dans la nature. C'est donc dans cet état que je décrirai leurs propriétés caractéristiques.

1. La silice ou la terre du silex, dans son état de pureté et de cristallisation, est la substance connue sous le nom de *cristal de roche*. Dans l'état où le chimiste l'obtient, c'est une poudre blanche et impalpable; elle n'est pas soluble dans les acides ordinaires, mais elle se dissout par la chaleur dans les lessives alcalines. Cette substance est incombustible, parce qu'elle est

---

(1) Thaër a nommé *humus* ce que l'auteur désigne sous le nom de matières animales et végétales en décomposition.

saturée d'oxigène. J'ai déjà prouvé que la silice étoit composée d'oxigène, et d'un corps combustible que j'ai nommé *silicum*. D'après les expériences de Berzelius, il paroît que ces deux corps y sont contenus en quantités à peu près égales.

2. Les propriétés sensibles de la chaux sont bien connues: elle est ordinairement unie à l'acide carbonique dans le sol. On les sépare facilement au moyen des acides ordinaires. On la trouve quelquefois combinée avec les acides phosphorique et sulfurique. Ses propriétés chimiques et les diverses manières dont elle agit, seront expliquées dans la leçon sur les engrais minéraux. La chaux est soluble dans le nitre et dans l'acide muriatique; lorsqu'elle est unie à l'acide sulfurique, elle forme une substance d'une solution difficile, qu'on appelle *gypse*. Le gypse se compose d'une proportion 40. de la substance métallique, que j'ai nommée *calcium* et d'une proportion 15 d'oxigène (1).

3. L'alumine existe pure et cristallisée dans le saphir blanc: elle se trouve, dans les autres pierres précieuses, unie à un peu d'oxide de fer et de silice. Dans l'état où les chimistes l'obtiennent, elle a l'apparence d'une poudre blanche soluble dans les acides et les liqueurs alcalines. D'après mon expérience, il paroît que l'alumine est formée d'une proportion 33 d'alumine, et d'une proportion 15 d'oxigène.

4. La magnésie existe pure et cristallisée, sous une forme semblable au talc : on la trouve dans l'Amérique septentrionale. Dans son état ordinaire, c'est la *magnesia usta*, ou magnésie calcinée des droguistes. Elle se trouve généralement dans les terrains mélangés d'acide carbonique. Elle est soluble dans tous les acides minéraux, mais non dans les lessives alcalines. On la distingue des autres terres qui se trouvent dans le sol, par la facilité avec laquelle elle se dissout dans les solutions de carbonates alcalins, saturées d'acide carbonique. Sa composition est, à ce qu'il paroît, 38 magnésium et 15 oxigène.

5. Il y a deux oxides de fer bien connus : le noir et le brun. L'oxide noir est la substance qui s'échappe en éclats sous le marteau du forgeron. On obtient l'oxide brun, en maintenant long-temps l'oxide noir exposé au contact de l'air, chauffé à rouge.

(1) On sait que l'auteur a prouvé que la chaux est un oxide métallique, ainsi que les autres terres.

rouge. Le premier paroît consister en une proportion 103 de fer et deux proportions 30 d'oxigène; et le second est composé d'une proportion 103 de fer et de 3 d'oxigène 45. Les oxides de fer se trouvent quelquefois dans le sol, combinés avec l'acide carbonique. On les distingue facilement par leur propriété de donner une couleur noire aux solutions de noix de galle, et une belle couleur bleue au précipité de prussiate de potasse et de fer.

6. *L'oxide de manganesum* est la substance communément appelée manganèse, et dont on se sert pour le blanchiment. Il paroît composé d'une proportion de manganesum 113 et de trois d'oxigène 45. Il se distingue des autres substances que l'on trouve dans le sol, par la propriété de décomposer l'acide muriatique et de le convertir en chlorine.

7. *Les matières animales et végètales* se reconnoissent par leurs qualités sensibles, et ont la propriété de se décomposer par la chaleur. Leurs caractères peuvent être connus par celle-ci.

8. *Les composés salins* que l'on trouve dans le sol, sont : le sel commun, le sulfate de magnésie, le sulfate de fer, le nitrate de chaux, le nitrate de magnésie, le sulfate de potasse, les carbonates de potasse et de soude. Il est inutile de décrire leurs caractères en détail : nous avons déjà vu comment l'on s'assure de la présence de la plupart de ces composés salins.

La silice se trouve ordinairement combinée dans le sol avec l'alumine et l'oxide de fer, ou bien avec l'alumine, la chaux, la magnésie et l'oxide de fer, formant avec eux du gravier et du sable de divers degrés de finesse. Le carbonate de chaux est ordinairement en poudre impalpable, mais quelquefois en état de sable calcaire. La magnésie, si elle n'est pas combinée avec le gravier et le sable, est en état de poudre fine et unie à l'acide carbonique. La partie du sol qui est en poudre impalpable, et qu'on appelle ordinairement glaise, ou lut (*Clay ou Loam*), est composée de silice, d'alumine, de chaux et de magnésie. Dans le fait, elle est ordinairement composée de même que le sable, mais plus divisée. Les matières végétales ou animales (et les premières sont de beaucoup les plus communes dans le sol) se trouvent en différens degrés de décomposition. Quelquefois les fibres sont encore apparentes, et quelquefois elles sont absolument brisées et mélangées avec le sol.

Pour prendre une juste idée de la composition d'un sol, il faut se représenter différentes pierres ou rochers, décomposés

ou réduits en poudre de divers degrés de finesse; quelques-unes de leurs parties solubles dissoutes dans l'eau, et cette eau adhérente à la masse; enfin le tout mélangé de débris végétaux et de matières animales en différens degrés de décomposition.

Il est convenable de décrire les différens procédés par lesquels on peut analyser toutes les variétés de sol. Je suis obligé d'entrer ici dans beaucoup de détails, et ils pourront paroître minutieux; mais l'agronome qui a des connoissances en Chimie en sentira l'importance.

Les instrumens nécessaires à l'analyse des divers sols sont en petit nombre et peu dispendieux. Il faut une balance qui puisse contenir un quart de livre de la terre qu'on veut examiner, et qui soit sensible jusqu'à un grain; un assortiment de poids, depuis un quart de livre (Troy) à un grain; un tamis suffisamment grossier pour laisser passer un grain de moutarde; une lampe d'Argand; quelques bouteilles de verre; des creusets de Hesse; des bassins de porcelaine ou de terre de pipe pour l'évaporation; un mortier et pilon de Wedgewood; quelques filtres faits avec une demi-feuille de papier brouillard, pliée de manière à contenir une pinte de liquide, et graissée dans les bords; un couteau d'ivoire, et un appareil pour mesurer et contenir du fluide aériforme.

Les substances chimiques nommées *réactifs* qu'on emploie pour séparer les parties constituantes du sol, ont déjà été mentionnées pour la plupart. Ce sont, l'acide muriatique, l'acide sulfurique, l'alcali volatil caustique dissous dans l'eau; une solution de prussiate de potasse et de fer; du succinate d'ammoniaque, une solution de potasse et des solutions de carbonate d'ammoniaque, de muriate d'ammoniaque, de nitrate d'ammoniaque et de carbonate de potasse.

Lorsqu'il s'agit de s'assurer de la nature du terrain d'un champ, il faut en prendre des échantillons à deux ou trois pouces de profondeur, et en examiner comparativement les propriétés. Il arrive quelquefois que dans les plaines tout le sol supérieur est de même nature, et alors une analyse suffit; mais dans les vallées et dans le voisinage des rivières, les différences sont très-grandes : souvent une partie d'un champ est calcaire et l'autre est siliceuse. Il faut, dans ce cas-là, prendre et examiner à part chaque espèce.

Lorsqu'on ne peut examiner immédiatement les échantillons

des terrains qu'on veut analyser, on peut les conserver sans leur faire éprouver aucun changement, en les renfermant dans des fioles qu'on a soin de remplir tout-à-fait, et qu'on ferme avec des bouchons de verre.

Le poids le plus convenable de l'échantillon qu'on veut analyser, est de deux cents à quatre cents grains. Il faut le prendre par un temps sec, et l'exposer à l'air jusqu'à ce qu'on n'aperçoive plus d'humidité au toucher.

On peut constater la gravité spécifique d'un sol, c'est-à-dire son rapport avec la pesanteur de l'eau, en introduisant dans une fiole, qui peut contenir un poids connu d'eau, un mélange à volumes égaux d'eau et du terrain à analyser. Ce mélange à volumes égaux peut aisément se faire, en versant d'abord de l'eau pure jusqu'à moitié de la contenance de la fiole, puis en remplissant celle-ci avec la terre à examiner. La différence de la pesanteur de cette fiole, avec ce qu'elle auroit pesé étant remplie d'eau pure, donnera le résultat cherché, c'est-à-dire, que si la fiole pèse six cents grains, par exemple, au lieu de quatre cents qu'elle auroit pesé pleine d'eau, la pesanteur spécifique du sol sera 2. Il sera deux fois plus pesant que l'eau.

Il est important de connoître la gravité spécifique d'un sol, parce qu'elle indique la quantité de matières animales et végétales que le sol contient : ces matières se trouvent toujours en plus grande abondance dans les sols les plus légers.

Il faut examiner les autres propriétés d'un sol, avant d'entreprendre son analyse : ces qualités indiquent jusqu'à un certain point sa composition, et servent de guides dans l'expérience. Ainsi les terrains siliceux sont communément rudes au toucher, et raient le verre, si on le frotte dessus. Les terrains ferrugineux sont rougeâtres ou jaunâtres, et les sols calcaires sont doux au toucher.

1. Les terrains aussi secs qu'ils peuvent l'être par leur contact continuel avec l'air, n'en contiennent pas moins une très-grande quantité d'eau, qui adhère avec force aux terres et aux matières végétales, et ne peut en être chassée que par un haut degré de chaleur. C'est à quoi on doit procéder avant de commencer l'analyse, en prenant garde, toutefois, de ne pas affecter sa composition. Il faut pour cela faire chauffer l'échantillon du sol pendant dix ou douze minutes sur une lampe d'Argand et dans un bassin de porcelaine à une température égale de 300° F.

A défaut d'un thermomètre, on peut s'assurer du degré de chaleur, en mettant un morceau de bois en contact avec le fond du bassin. Tant que la couleur du bois n'est point altérée, la chaleur n'est pas trop forte; mais lorsqu'il commence à se roussir, il faut arrêter l'opération. Il restera peut-être encore une petite quantité d'eau dans l'échantillon du sol, mais cette épreuve donnera cependant des résultats comparatifs qui seront utiles. Si au contraire on augmentoit la chaleur au-delà du point indiqué, les matières végétales ou animales soumises à son action, se décomposeroient, et l'expérience seroit manquée.

Il faut observer avec soin quelle est la diminution de poids opérée par le desséchement, et si sur quatre cents grains il se réduit à cinquante, on peut en conclure que le sol est absorbant au plus haut point, qu'il retient l'eau, et qu'il contient beaucoup de matières animales ou végétales, ou une grande proportion d'alumine. Si le poids ne diminue qu'en raison de 10 à 20, on en tirera les conclusions contraires, et la silice prédominera dans le sol.

2. Les pierres, le gravier et les filamens végétaux ne doivent point être extraits du sol avant que l'eau en ait été ôtée, car ces corps eux-mêmes sont très-absorbans et retiennent l'eau: par conséquent ils influent beaucoup sur la fertilité de la terre. Cependant cette séparation devra se faire d'abord après l'opération du desséchement. On commence par piler en poudre fine l'échantillon qui doit être analysé, on passe ensuite au tamis. Il est important de peser à part les fibres des végétaux qui y sont contenus: on doit encore s'assurer également de celui des pierres et de leur nature; si elles sont calcaires, elles font effervescence avec les acides. Si elles sont siliceuses, elles seront assez dures pour rayer le verre; et si ce sont des pierres alumineuses, elles seront douces au toucher, faciles à couper, et ne feront point effervescence avec les acides.

3. Presque tous les terrains contiennent, outre les pierres, une plus grande ou plus petite quantité de sable de différens degrés de finesse. C'est une opération nécessaire, et qui doit se faire avant l'analyse, de séparer le sable grossier de celui qui est dans un état de plus grande division, ainsi que de la glaise, de la marne, des substances animales et végétales, et de la matière soluble dans l'eau. On peut faire cela d'une manière suffisamment exacte, en faisant bouillir l'échantillon du sol dans trois

ou quatre fois son poids d'eau. Lorsqu'ensuite l'eau est refroidie, on agite le tout, et on laisse reposer. Le sable grossier se sépare alors ordinairement en une minute, et le plus fin en deux ou trois minutes; tandis que les parties les plus ténues des terres, ainsi que les substances animales et végétales, demeurent beaucoup plus long-temps dans un état de suspension. En décantant avec précaution, le sable sera assez exactement séparé des autres substances. L'eau qui les tient suspendues sera versée sur un filtre; la matière solide sera rassemblée, lavée, séchée, puis pesée. Le sable sera également pesé, et les poids respectifs seront notés; l'eau sera conservée, parce qu'elle contient les matières salines et les substances animales et végétales solubles, s'il en existe dans le sol.

4. Par le procédé du lavage et de la filtration le sol se trouve séparé en deux parties, et la plus importante des deux est ordinairement celle où la matière est le plus divisée. Il est rare que l'analyse exacte du sable soit nécessaire : on peut juger de sa nature, de la même manière que pour les pierres et le gravier. C'est toujours du sable siliceux, du sable calcaire, ou un mélange de tous deux. Si c'est uniquement du carbonate de chaux, il se dissout rapidement et avec effervescence dans l'acide muriatique; mais si le sable est composé en partie de cette substance, et en partie de matières siliceuses, on peut s'assurer des quantités respectives, en pesant le résidu après l'action de l'acide : il faut augmenter la dose de celui-ci, jusqu'à ce que l'effervescence ait cessé, et que la liqueur ait un goût acide. Le résidu est la partie siliceuse; il faut le laver, le sécher, l'exposer à une forte chaleur dans un creuset. La différence du poids de ce résidu avec le poids de tout le sable, indique la proportion du sable calcaire.

5. La matière très-divisée dans l'échantillon du sol est ordinairement aussi très-composée; elle contient souvent les quatre terres primitives et des substances animales et végétales. Le difficile est de déterminer les proportions avec une exactitude suffisante.

Il faut commencer par exposer à l'action de l'acide muriatique cette portion très-divisée. Il faut verser cet acide en poids double de la matière terreuse, sur cette matière, dans un bassin de porcelaine; mais il faut que l'acide soit étendu dans un volume d'eau qui soit double du sien. On remuera le mélange à plusieurs reprises, et on le laissera reposer une heure et demie avant de l'examiner.

S'il existoit dans le sol du carbonate de chaux ou de magnésie, l'acide l'aura dissous; et celui-ci dissout aussi quelquefois un peu d'oxide de fer, très-rarement de l'alumine.

Le liquide sera passé au filtre; la matière solide rassemblée, lavée à l'eau de pluie, séchée à une chaleur modérée, puis pesée. La perte indiquera la quantité de matière solide enlevée. Le lavage sera ajouté à la solution, laquelle sera rendue acide, si elle ne l'est pas, en y ajoutant de nouvelles doses d'acide. On mêlera ensuite avec le tout, un peu de solution de prussiate de potasse et de fer. S'il se fait un précipité bleu, cela prouve la présence de l'oxide de fer. Il faut alors ajouter de la solution de prussiate de potasse, goutte à goutte, jusqu'à ce que cet effet ne soit plus produit. Pour s'assurer de la quantité du précipité, on le rassemblera de la même manière sur le filtre, et on le fera chauffer à rouge. Ce sera de l'oxide de fer, peut-être mêlé d'un peu d'oxide de manganesum.

On verse une solution de carbonate de potasse neutralisé dans le liquide débarrassé de l'oxide de fer, jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé, et que l'odeur, ainsi que le goût de la liqueur, indique un excès considérable de sel alcalin.

Le précipité qui s'enfonce est du carbonate de chaux; il faut le recueillir par filtration et le sécher à une chaleur moindre que le feu rouge.

On fait bouillir ensuite la liqueur pendant un quart d'heure; si elle contient de la magnésie, celle-ci se précipitera, combinée avec l'acide carbonique, et on pourra s'assurer de sa quantité, de la même manière que pour le carbonate de chaux.

Si par quelque circonstance particulière, une foible portion d'alumine est dissoute par l'acide, elle se retrouvera avec le carbonate de chaux précipité. On peut l'en séparer en la faisant bouillir pendant quelques minutes dans une quantité d'eau de savon suffisante pour recouvrir la matière solide: l'eau de savon dissout l'alumine sans agir sur le carbonate de chaux.

Lorsque le sol, bien pulvérisé, est suffisamment calcaire pour produire une forte effervescence avec les acides, il y a un moyen très-simple et suffisamment exact dans tous les cas ordinaires, pour s'assurer de la quantité de carbonate de chaux qu'il renferme.

Le carbonate de chaux, dans ses divers états, contient une proportion déterminée d'acide carbonique, c'est-à-dire, près de

quarante-trois pour cent. Ainsi, lorsqu'on a la quantité de ce fluide élastique produit pendant la solution de la matière calcaire dans un acide, soit en poids, soit en mesure, on connoît la quantité de carbonate de chaux.

Lorsqu'on veut procéder par réduction de poids, on pèse deux portions d'acide dans une fiole, et une portion de la matière du sol dans une autre. On les mêle ensuite peu à peu, jusqu'à ce que l'effervescence cesse tout-à-fait. La différence du poids avant et après l'expérience, indique la quantité d'acide carbonique qui s'est échappée : pour quatre grains et un quart d'acide carbonique on peut compter qu'il y avoit dix grains de carbonate de chaux. La meilleure méthode pour rassembler l'acide carbonique, de manière à en connoître le volume, est d'employer un appareil pneumatochimique, dans lequel on puisse mesurer le volume de ce gaz par la quantité d'eau qu'il dissout.

6. Après qu'on a fait agir l'acide muriatique sur les parties calcaires du sol, il faut s'occuper de déterminer la quantité de matières animales et végétales insolubles qu'il contient. On peut y réussir avec une précision suffisante, en chauffant la masse fortement dans un creuset, sur un feu ordinaire, jusqu'à ce qu'il n'y reste rien de noir. Il faut, pendant cette opération, mêler souvent la masse avec une baguette de métal pour exposer continuellement à l'air des parties nouvelles. La perte de poids éprouvée par l'opération, indique la quantité de substance destructible par le feu et l'air, que le sol contient.

Il n'est point possible, sans des expériences délicates et très-difficiles, de s'assurer si cette substance est entièrement animale ou végétale, ou si c'est un mélange de toutes deux. Si l'odeur qui s'échappe pendant l'opération ressemble à celle des plumes brûlées, c'est une indication certaine d'une substance animale ou analogue : une flamme bleue et abondante montre toujours une proportion considérable de matières végétales. Dans les cas où il faudroit que l'expérience fût promptement achevée, on peut s'aider de nitrate d'ammoniaque, qu'on jette peu à peu pendant l'ignition, pour accélérer la dissipation des matières animales et végétales, lesquelles se convertissent en fluides élastiques, tandis que le nitrate d'ammoniaque se dissipe également.

7. Les substances qui restent après la destruction des matières animales et végétales sont ordinairement des particules terreuses d'alumine et de silice, et de l'oxide de fer et de manganesum.

Pour séparer ces substances les unes des autres, il faut faire bouillir la masse pendant deux ou trois heures dans de l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau. On règle la quantité de l'acide sur celle du résidu solide, en comptant cent vingt grains d'acide pour deux cent vingt grains de ce résidu.

La substance qui reste après l'action de l'acide peut être considérée comme siliceuse. Il faut la séparer et s'assurer de son poids, en lavant et séchant de la manière indiquée ci-dessus.

L'alumine et les oxides de fer et de manganesum, s'il y en a, sont dissous dans l'acide sulfurique : on peut les séparer par le succinate d'ammoniaque, lequel précipite l'oxide de fer, et par de l'eau de savon, qui dissout l'alumine, et non l'oxide de manganèse. Les poids des oxides, après qu'on les a chauffés à un feu rouge, indiquent leurs quantités dans le sol.

Si une partie de la magnésie ou de la chaux avoit échappé à la dissolution par l'acide muriatique, on la retrouveroit dans l'acide sulfurique. Cela arrive rarement.

La méthode d'analyse par l'acide sulfurique, est suffisamment exacte pour toutes les expériences usuelles; mais si l'on veut une précision très-grande, il faut employer le carbonate de potasse pour agir sur le résidu de l'incinération. Il faut mettre ce résidu dans un creuset d'argent ou de porcelaine, avec quatre fois son poids de carbonate de potasse sec, et chauffer à rouge pendant une demi-heure. On dissout la masse obtenue dans l'acide muriatique, et on laisse évaporer la solution jusqu'à ce qu'elle soit presque solide. On ajoutera ensuite de l'eau distillée, et on aura une solution de l'oxide de fer et des terres (excepté de la silice) en divers muriates. La silice, après le procédé ordinaire du lavage, sera chauffée à rouge, et les autres substances pourront être séparées de la même manière que des solutions muriatiques et sulfuriques. C'est là le procédé ordinairement employé par les chimistes pour analyser les pierres.

8. Si l'on soupçonne dans le sol des matières salines, ou des substances végétales, ou animales, ou solubles, on les trouvera dans l'eau du premier lavage qui a servi à séparer le sable. Il faut évaporer cette eau jusqu'à parfaite dessication, dans un bassin convenable, et en faisant chauffer à un degré de chaleur moindre que l'ébullition.

Si

Si la matière solide obtenue est d'une couleur brune et inflammable, on peut la considérer comme étant, en partie, un extrait végétal. Si, lorsqu'elle est chauffée, elle prend l'odeur des plumes brûlées, elle est, au moins partiellement, animale ou albumineuse. Si cette substance est blanche, cristalline et non inflammable, on peut la considérer principalement comme une matière saline, et nous avons vu ci-devant comment on peut la reconnoître.

9. Si l'on a lieu de croire qu'il y ait dans le sol du sulfate ou du phosphate de chaux, il faut un procédé particulier pour s'en assurer. On chauffera un poids donné, cent grains, par exemple, de la matière du sol, pendant une demi-heure dans un creuset, avec mélange d'un tiers de charbon en poudre. On fera bouillir ensuite ce mélange pendant un quart d'heure dans une demi-pinte d'eau. Le liquide sera passé au filtre, et exposé quelques jours à l'air libre, dans un vaisseau ouvert. S'il existe une quantité notable de sulfate de chaux (gypse), il se formera un précipité blanc, que l'on séchera et pèsera.

Après ce procédé, on séparera le phosphate de chaux, s'il y en a, de la manière suivante. On mettra digérer l'échantillon de sol dans une quantité d'acide muriatique plus que suffisante pour saturer les terres solubles. Cette solution sera évaporée, et on versera de l'eau sur la matière solide. L'eau dissoudra les muriates formés avec les terres, et ne dissoudra point le phosphate de chaux.

D'autres terres et oxides métalliques peuvent se trouver accidentellement mêlés dans le sol, mais en quantité trop petite pour avoir aucune influence sur la fertilité. Les procédés ordinaires pour l'analyse dans ces cas-là, sont fort compliqués, et ne seroient pas d'une application usuelle.

10. Lorsque l'examen du sol est achevé, il faut arranger numériquement les produits et sommer les quantités. Si leur somme approche de la quantité totale du sol, l'analyse doit être regardée comme exacte. Il faut cependant observer que quand le phosphate ou le sulfate de chaux se trouve dans le sol après les premiers procédés, il faut faire une correction, en déduisant leur poids, du poids total de carbonate de chaux sur lequel l'acide muriatique a agi. En arrangeant les produits, il faut suivre le même ordre que dans les procédés de l'opération. Ainsi, j'ai obtenu les produits suivans de quatre cents grains d'un bon sol

sablonneux et siliceux, pris dans une houblonnière auprès de Tunbrige dans le comté de Kent.

Eau d'absorption.	19
Petites pierres et gravier, principalement siliceux	53
Fibres végétales non décomposées..	14
Sable fin siliceux.	212
	298

Matière très-divisée, séparée par agitation et filtration, consistant en carbonate de chaux.	19
Carbonate de magnésie.	3
Matière destructible par la chaleur et principalement végétale.	15
Silice.	21
Alumine.	13
Oxide de fer..	5
Matière soluble, principalement de sel commun et d'extrait végétal.	3
Gypse.	2
	81

Somme de tous les produits. . .	379
Perte.	21

Dans cette opération, la perte n'a pas été plus grande qu'elle ne l'est d'ordinaire : elle dépend de l'impossibilité de recueillir la quantité totale des différens précipités, et de la présence de plus d'humidité qu'on n'en attribue à l'eau d'absorption, et qui est perdue dans le cours de l'opération.

Quand celui qui fait les analyses s'est familiarisé avec l'emploi des divers instrumens, les propriétés des réactifs, et les rapports des qualités extérieures et chimiques des terrains, il sera rarement obligé de faire toutes les opérations que nous venons de décrire. Par exemple, si le sol à examiner ne contient pas une quantité notable de matière calcaire, on peut supprimer l'emploi de l'acide muriatique. En éprouvant un sol tourbeux, on devra surtout faire attention à l'action du feu et de l'air; et dans l'analyse d'un sol crayeux, on pourra se dispenser de faire usage de l'acide sulfurique.

Ceux qui ne sont pas exercés aux opérations chimiques ne doivent pas espérer une grande précision dans leurs résultats. Ils trouveront beaucoup de difficultés; mais en travaillant à les vaincre, ils acquerront des connoissances pratiques très-précieuses. Il n'y a rien de si instructif dans les sciences expérimentales que la recherche des erreurs. Avant de faire des analyses, il faut être bien affermi dans la connoissance de la Chimie générale; mais il n'y a peut-être pas de meilleure manière d'acquérir ces connoissances, que de se livrer à des recherches originales. En faisant des expériences, on est continuellement obligé d'apprendre à connoître les propriétés des substances qu'on emploie, ou sur lesquelles on veut agir. Les idées théoriques acquièrent plus de prix lorsqu'elles sont liées aux opérations pratiques et à des projets de découvertes.

Les plantes ne peuvent vivre que là où elles trouvent une nourriture suffisante; le sol est nécessaire à leur existence, soit en leur procurant cette nourriture, soit en leur donnant un appui qui leur permette d'obéir aux lois mécaniques qui fixent leurs racines en terre et dirigent leurs branches vers le ciel. Comme le système des racines, des branches et des feuilles varie dans les divers végétaux, ils réussissent plus ou moins bien dans les différens sols : ainsi les plantes à racines bulbeuses demandent un sol plus léger et plus friable que les plantes à racines fibreuses; et les végétaux qui n'ont que des racines fibreuses très-courtes, demandent un sol plus ferme que ceux qui ont des racines pivotantes, ou de grandes racines latérales.

Un bon terrain à turneps, pris à Holkham en Norfolk, me donna, sur neuf parties, huit de sable siliceux. La matière pulvérulente consistoit en :

Carbonate de chaux.	63
Silice.	15
Alumine.	11
Oxide de fer.	3
Matières végétales et salines.	5
Eau.	3

Je trouvai à *Scheffield-place*, en Sussex, un sol qui est remarquable pour les beaux chênes qu'il produit, et qui étoit composé de six parties de sable sur une de matière glaiseuse et fort

divisée. En examinant un échantillon de cent parties de ce sol, je trouvai :

Silice.	54
Alumine..	28
Carbonate de chaux.	3
Oxide de fer.	5
Matières végétales en décomposition. . .	4
Eau et perte.	3

Un très-bon terrain à blé dans le voisinage de Drayton en Middlesex, a donné trois parties de sable siliceux sur cinq. La matière très-divisée consistoit en :

Carbonate de chaux.	28
Silice.	32
Alumine..	29
Matières animales ou végétales et eau. .	11

De ces terrains, le dernier étoit de beaucoup le plus cohérent dans sa texture, et le premier, celui qui l'étoit le moins. C'est toujours la matière extrêmement divisée qui donne la ténacité et la cohérence au sol, et si cette matière contient beaucoup d'alumine, la ténacité ou cohérence en est d'autant plus grande. Une petite quantité de matière très-divisée suffit pour rendre un sol propre à produire des turneps ou de l'orge, et j'ai vu une assez belle récolte de turneps dans un terrain qui contenoit onze parties de sable sur douze. Une beaucoup plus grande proportion de sable cause une stérilité absolue. Le sol de Bagshothead, qui ne se couvre naturellement d'aucune plante, contient moins d'un vingtième de matière très-divisée. Quatre cents parties de ce sol, soumises à un feu rouge, donnèrent trois cent quatre-vingts parties de gros sable siliceux, neuf parties de fin sable siliceux, et onze parties de matière impalpable, qui étoit un mélange de glaise ferrugineuse et de carbonate de chaux. Les matières végétales ou animales, lorsqu'elles sont très-divisées, non-seulement donnent de la cohérence au sol, mais elles le rendent plus moëlleux et plus pénétrable. Cependant il ne faut pas que ces parties se trouvent en trop forte proportion; et un terrain qui seroit en entier formé de matière impalpable seroit stérile.

L'alumine pure, ou la silice pure, les carbonates de chaux

et de magnésie purs, ne peuvent entretenir des plantes vigoureuses.

Un sol n'est jamais fertile si de vingt parties il en contient dix-neuf des matières constituantes ci-dessus mentionnées.

On demandera si les terres pures n'ont qu'une influence chimique indirecte, en leur qualité d'agens mécaniques, ou bien si elles entrent dans les plantes comme aliment. C'est une question importante, et qui n'est pas difficile à résoudre.

Nous avons vu que les terres sont un composé de métaux et d'oxigène, et que ces métaux n'ont pas été décomposés; il n'y a donc aucune raison de croire que les terres se convertissent en matières constituantes des plantes, savoir, le carbone, l'hydrogène et l'azote.

On a essayé de faire croître des plantes dans une quantité donnée de terre, elles n'en ont consommé qu'une portion très-petite; et cette portion se retrouve dans les cendres, ce qui prouve que ces terres ne s'étoient pas transformées en de nouveaux produits.

Les carbonates de chaux et de magnésie peuvent être décomposés, si par la formation de la matière végétale il se forme un acide plus fort que l'acide carbonique; mais on ne peut pas supposer que la chaux et la magnésie elles-mêmes puissent être converties en d'autres substances par aucune des opérations spontanées qui ont lieu dans le sol. Dans tous les cas, les cendres des plantes contiennent une partie des terres du sol dans lequel elles ont crû; mais la quantité de terre, comme je l'ai fait voir dans le tableau des cendres produites par les différentes plantes, ne s'élève jamais à plus de $\frac{1}{50}$ du poids de la plante consommée. Il paroît donc que la véritable utilité des terres, dans la végétation, c'est de donner de la fermeté et de la consistance à l'organisation des plantes. Nous avons vu, par exemple, que le blé, l'orge et plusieurs graminées à tige creuse ont un épiderme siliceux destiné à les fortifier et à les défendre contre les insectes et les plantes parasites.

Il y a beaucoup de terrains qu'on appelle *froids*, et quoique cette dénomination puisse paroître l'effet d'un préjugé, elle est fondée en effet. Il y a des sols que le soleil réchauffe plus que d'autres, à circonstances égales, et il y en a qui se refroidissent plus promptement. Cette circonstance, qui est de la plus grande importance en Agriculture, n'a pas été considérée d'une manière

exacte. En général, les glaises blanches et humides sont réchauffées difficilement et se refroidissent avec promptitude. Les terrains crayeux se réchauffent lentement aussi; mais comme ils sont plus secs, ils conservent plus long-temps leur chaleur, car il s'en perd moins dans l'évaporation de leur humidité. Un sol noir qui contient beaucoup de matière végétale molle, se réchauffe beaucoup par le soleil et l'air. Les terrains colorés, ceux qui contiennent beaucoup de matière charbonneuse ou ferrugineuse, acquièrent, dans des circonstances semblables, une beaucoup plus haute température par les rayons du soleil, que les terrains de couleur blanchâtre. Si l'on compare entre eux, sous ce rapport, des terrains bien secs, on trouve que ceux qui se réchauffent le plus promptement par les rayons solaires, se refroidissent aussi le plus promptement; mais je me suis assuré par des expériences, que le sol sec le plus noir (celui qui contient abondamment de la matière animale et végétale, substances qui facilitent le plus le refroidissement), s'il est chauffé au même degré qu'un sol blanchâtre et humide tout composé de matière terreuse, se refroidit plus lentement que ce dernier, bien entendu que le réchauffement du sol est dans les limites de la chaleur solaire.

J'ai trouvé qu'un terrain riche et noir, lequel contenoit près d'un quart de son poids de matière végétale, étant exposé pendant une heure aux rayons du soleil, augmentoit de chaleur de 65° à 88° Fahrenheit; tandis qu'un sol crayeux soumis à la même épreuve, n'augmentoit que de 65 à 69°. Mais ayant transporté l'un et l'autre sol à l'ombre, où la température étoit 62°, je m'assurai que le sol noir perdit dans une demi-heure 15°, tandis que le sol crayeux n'en perdit que quatre.

Un sol brun et fertile, et une glaise stérile ayant été préalablement desséchés, furent chauffés artificiellement jusqu'à 88°. Ils furent ensuite exposés à une température de 57°. Dans une demi-heure le sol brun avoit perdu neuf degrés de chaleur, et la glaise seulement six. Une portion égale de la même glaise, mais humide, fut chauffée à 88°, et ensuite exposée à une température de 55°. En moins d'un quart d'heure la glaise descendit à cette température. Dans les expériences ci-dessus, les échantillons de sol étoient placés dans de petites auges d'étain, de deux pouces en carré et d'un demi-pouce de profondeur. La température étoit déterminée par un thermomètre très-sensible.

Il est évident que la chaleur du sol, surtout au printemps,

doit être d'une grande importance, principalement pour les jeunes plantes. Lorsque les feuilles sont complètement développées, la terre est à l'ombre, et ainsi garantie de la trop grande ardeur des rayons du soleil. La température de la surface, lorsqu'elle est nue et exposée au soleil, fournit au moins un indice sur la fertilité d'un terrain.

L'humidité du sol influe sur la température, et la manière dont l'eau est distribuée dans le sol, ou combinée avec les matériaux qui se composent, est très-importante relativement à la nourriture des végétaux. Si l'eau adhère trop fortement aux terres, elle ne sera pas absorbée par les racines des plantes; si elle est trop abondante, elle tend à nuire aux parties fibreuses, ou à les détruire.

L'eau paroît exister dans les terres et dans les matières animales et végétales du sol, sous deux formes différentes, savoir, chimiquement combinée, ou seulement unie par attraction de cohésion.

Si l'on verse dans une solution d'alun, une solution d'ammoniaque ou de potasse pure, l'alumine se précipite combinée avec l'eau : la poudre séchée, en l'exposant à l'air, donne ensuite plus de la moitié de son poids d'eau par la distillation : cette eau étoit unie par attraction chimique. L'eau que le bois, ou les fibres musculaires, ou la gomme fournissent dans la distillation à feu rouge de 212° Fahrenheit, est également de l'eau qui étoit chimiquement combinée dans ces substances.

Lorsque la glaise séchée à la température de l'atmosphère est ensuite mise en contact avec l'eau, elle absorbe promptement le liquide : cela est dû à l'attraction de cohésion. Les terrains, en général, et les substances animales et végétales que l'on a séchés à une température au-dessous de celle de l'eau bouillante, augmentent en poids par l'exposition à l'air; ce qui est dû à ce que ces substances absorbent l'eau existante en vapeur dans l'atmosphère. Cette observation a lieu en vertu de l'attraction de cohésion.

L'eau *chimiquement combinée* dans les élémens du sol, ne peut pas être absorbée par les racines des plantes, à moins qu'il ne s'agisse de la décomposition des substances animales ou végétales; mais l'eau qui *adhère* seulement aux parties du sol, est continuellement employée à la végétation. Dans le fait, il y a peu de mélanges de terres dans le sol, qui contiennent de l'eau

combinée : l'eau est chassée des terres par la plupart des substances qui se combinent avec celles-ci. Ainsi, lorsqu'on expose à l'acide carbonique une combinaison de chaux et d'eau, l'acide carbonique prend la place de l'eau. Les composés d'alumine et de silice, et les autres composés des terres ne s'unissent pas chimiquement à l'eau; et les terrains, ainsi que nous l'avons dit, sont formés soit par des carbonates, soit par des combinaisons de terres pures et d'oxides métalliques.

Lorsqu'il existe des substances salines dans le sol, elles peuvent être unies à l'eau soit chimiquement, soit mécaniquement; mais ils sont toujours en trop petite quantité pour influer essentiellement sur les rapports du sol avec l'eau.

La faculté du sol d'absorber l'eau par attraction de cohésion dépend beaucoup de l'état de division de ses parties : plus elles sont divisées, et plus est grande leur faculté absorbante. Les diverses parties constituantes du sol paroissent douées de divers degrés d'énergie à cet égard : les substances végétales semblent absorber l'eau avec plus de force que les substances animales; les substances animales, plus que les composés d'alumine et de silice; et les composés d'alumine et de silice, plus que les carbonates de chaux et de magnésie. Au reste, ces différences peuvent dépendre des divers états de division et des différences entre les surfaces exposées.

La faculté d'un sol d'absorber l'eau de l'atmosphère influe beaucoup sur sa fertilité. Quand cette faculté est énergique, la plante est fournie d'humidité dans les temps de sécheresse, et l'effet de l'évaporation pendant la journée est combattu par l'absorption des vapeurs aqueuses de l'atmosphère attirées à l'intérieur du sol, et plus encore pendant la nuit.

Les glaises tenaces qui absorbent beaucoup d'eau sous la forme liquide, ne sont pas les terrains qui absorbent le plus d'humidité de l'atmosphère en temps sec. Ces glaises se durcissent, ne présentent à l'air que peu de surface, et les plantes qui y croissent sont ordinairement aussi vîte brûlées que sur les sables.

Les sols qui entretiennent le mieux l'humidité des plantes par l'absorption des vapeurs aqueuses de l'atmosphère, sont ceux où il y a un juste mélange de sable, de glaise bien divisée, de carbonate de chaux, de matière animale et végétale, et qui sont assez légers, assez meubles pour être aisément perméables à l'air. A cet égard, le carbonate de chaux et les matières ani-

males

males et végétales sont d'un grand avantage pour le sol; ils lui donnent la faculté absorbante sans lui donner en même temps de la ténacité. Le sable qui ôte la ténacité ne donne pas cette faculté absorbante.

J'ai comparé la faculté d'absorber l'humidité atmosphérique d'un grand nombre de divers terrains, et j'ai toujours trouvé que cette faculté étoit la plus grande dans les terrains les plus fertiles. Cette faculté fournit donc un moyen de juger de la fertilité d'un sol.

Mille grains d'un terrain fameux pour sa fécondité, pris à Ormiston (East-Lothian), lequel contenoit plus de moitié de son poids de matière très-divisée, sur laquelle matière il y avoit onze parties de carbonate de chaux et neuf parties de matière végétale, ayant été chauffés à 212° Fahrenheit, regagnèrent ensuite dans une heure dix-huit grains en poids, dans une température de 62° et un air saturé d'humidité.

Mille grains d'un sol très-fertile, des bords de la rivière Parret en Sommerset, éprouvés de la même manière, regagnèrent seize grains.

Mille grains d'un sol de Mercea en Essex, qui s'afferme 45 schellings l'acre, regagnèrent treize grains.

Mille grains d'un sable fin d'Essex, qui s'afferme 28 schellings l'acre, regagnèrent onze grains.

Mille grains d'un gros sable, affermé 15 schellings l'acre, regagnèrent huit grains.

Enfin mille grains du sable de la plaine de Bagshot heath, regagnèrent trois grains.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.					BAROMÈTRE MÉTRIQUE.					THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	
	heures.	°	heures.	°		heures.	mill.	heures.	mill.	mill.	°
1	à 5 ½ s.	+16,57	à 4 ¾ m.	+ 2,25	+14,00	à 7 ½ m.	76[illegible],20	à 11 ½ s.	764,[illegible]0	765,88	13,1
2	à 3 s.	+19,65	à 4 ¾ m.	+ 5,00	+19,00	à 7 ½ m.	764,32	à 9 ¾ s.	761,00	763,50	15,0
3	à 4 ¾ s.	+21,50	à 4 ½ m.	+ 8,50	+21,00	à 4 ½ m.	759,16	à 9 ½ s.	754,34	755,80	16,0
4	à 3 s.	+19,00	à 4 ½ m.	+ 7,75	+16,75	à 7 m.	752,86	à 10 ½ s.	749,70	751,92	15,5
5	à midi.	+19,50	à 4 ½ m.	+ 8,75	+19,50	à 4 ½ m.	747,00	à 6 s.	743,36	744,62	15,5
6	à midi.	+20,75	à 4 ½ m.	+10,50	+20,75	à 7 s.	747,84	à 4 ½ m.	744,00	746,00	15,3
7	à 3 s.	+18,50	à 4 ½ m.	+11,50	+18,50	à 4 ½ m.	752,32	à 9 ¾ s.	761,12	757,28	16,0
8	à 3 s.	+21,75	à 4 ½ m.	+ 6,58	+19,75	à 9 ¾ m.	762,08	à 3 s.	760,64	761,44	16,0
9	à midi.	+12,90	à 9 ½ s.	+ 9,50	+12,90	à 9 ½ s.	764,16	à 4 ½ m.	761,72	763,16	15,1
10	à 3 s.	+12,75	à 4 ½ m.	+ 3,90	+ 9,88	à 10 s.	766,90	à 4 ½ m.	764,90	765,76	12,9
11	à 3 s.	+12,75	à 4 ½ m.	+ 3,65	+11,25	à 10 m.	768,50	à 9 ½ s.	766,24	768,20	13,0
12	à 3 s.	+14,40	à 4 ½ m.	+ 3,75	+13,25	à 7 m.	765,60	à 6 ¾ s.	762,50	764,50	13,5
13	à 3 s.	+14,25	à 4 ½ m.	+ 4,50	+13,75	à 4 ½ m.	761,50	à 9 ½ s.	757,70	759,60	13,9
14	à 3 s.	+14,50	à 4 ½ m.	+ 6,90	+13,50	à midi.	757,18	à 5 s.	756,20	756,78	13,5
15	à 3 s.	+15,00	à 4 ½ m.	+ 6,50	+13,50	à 11 s.	757,60	à 3 s.	756,50	756,64	13,7
16	à midi.	+15,50	à 4 ½ m.	+ 6,40	+15,50	à 10 ¼ s.	760,86	à 4 ½ m.	758,08	759,04	14,2
17	à midi.	+16,50	à 4 ½ m.	+ 4,75	+16,50	à 9 ¼ m.	762,20	à 6 s.	761,00	761,68	14,5
18	à 3 s.	+19,00	à 4 ¼ m.	+ 6,25	+18,00	à 7 ¼ m.	761,02	à 9 s.	759,50	760,50	14,1
19	à midi.	+20,00	à 4 ¼ m.	+ 8,90	+20,00	à 9 ½ m.	759,10	à 3 s.	758,32	758,88	16,5
20	à midi.	+22,75	à 4 ¼ m.	+ 8,75	+22,75	à 7 m.	757,90	à 10 ½ s.	755,62	757,20	17,4
21	à midi.	+24,15	à 4 ¼ m.	+ 8,50	+24,15	à 4 ¼ m.	754,42	à 10 ¾ s.	749,28	752,48	18,1
22	à 3 s.	+13,75	à 9 ½ s.	+ 8,50	+13,12	à 4 ¼ m.	748,86	à 3 s.	747,90	748,58	16,0
23	à 6 s.	+ 7,75	à 1 ¼ m.	+ 3,00	+ 6,37	à 9 ¼ s.	751,28	à 4 ¼ m.	748,00	748,90	13,3
24	à midi	+10,75	à 4 ¼ m.	+ 6,75	+10,75	à midi.	752,36	à 4 ¼ m.	750,20	752,36	12,8
25	à 3 s.	+11,75	à 4 ¼ m.	+ 7,50	+ 9,75	à 9 ¾ s.	755,90	à 4 ¼ m.	750,70	751,92	12,7
26	à 3 s.	+16,75	à 4 m.	+ 5,75	+15,75	à midi.	759,72	à 10 s.	758,12	759,72	13,7
27	à 5 s.	+17,60	à 4 m.	+ 6,00	+16,75	à 4 m.	757,00	à 10 ½ s.	752,60	754,92	14,7
28	à midi	+25,00	à 4 m.	+10,50	+25,00	à 9 s.	750,24	à 5 ½ s.	749,84	749,90	17,6
29	à midi	+21,25	à 4 m.	+11,75	+21,25	à 9 ¾ s.	757,40	à 4 m.	750,88	753,28	17,0
30	à 3 s.	+20,37	à 4 m.	+ 9,25	+19,00	à 10 ¼ s.	763,04	à 4 m.	759,30	762,38	16,8
31	à 3 s.	+22,10	à 4 m.	+ 9,25	+21,90	à 4 m.	762,36	à 6 s.	759,96	761,50	17,1
Moyennes		+17,70		+ 6,81	+16,79		758,28		755,92	757,24	14,9

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure	768,50	le 11
Moindre élévation du mercure	743,36	le 5
Plus grand degré de chaleur	+25,0	le 28
Moindre degré de chaleur	+ 2,25	le 1
Nombre de jours beaux	23	
de couverts	14	
de pluie	9	
de vent	31	
de gelée	0	
de tonnerre	1	
de brouillard	7	
de neige	0	
de grêle	1	

NOTA. Nous continuerons cette année à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

MAI. 1814.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	54	E. N-E.		Superbe.	Beau ciel.	Beau ciel.
2	53	E.		Légers nuages à l'hor.	Beau ciel, léger br.	*Idem.*
3	56	N-E.		Superbe.	Superbe.	Ciel vaporeux.
4	62	*Idem.*	P.L. à 10h38'm	Ciel voilé.	Légères vapeurs.	Couvert.
5	69	*Idem.*		Couvert.	Ciel légérem. couv.	Nuageux.
6	81	S-O.		Très-nuageux.	Quelques éclaircis.	*Pluie*, grêle, tonnerre.
7	84	O.		Couvert.	Très-nuageux.	Beau ciel.
8	79	N-O.	Lune apogée.	Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Nuageux.
9	71	N.		Nuageux.	*Idem.*	Couvert.
10	65	N-E.		*Idem.*	Beau ciel.	Nuageux.
11	55	*Idem.*		Beau ciel.	*Idem.*	Superbe.
12	59	*Idem.*	D.Q. à 2h 50's.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
13	60	N.		Trouble et nuageux.	Nuageux.	*Pluie.*
14	79	N-N-E.		Couvert.	*Idem.*	Beau ciel.
15	80	*Idem.*		*Idem.*	Très-nuageux.	*Idem.*
16	71	N.		*Grêle.*	*Idem.*	*Idem.*
17	70	*Idem.*		Beau ciel.	Nuageux.	*Idem.*
18	74	*Idem.*		*Idem.*	Très-nuageux.	Très-nuageux.
19	69	*Idem.*	N. L. à 4h. 33's.	*Idem.*	*Idem.*	Beau ciel.
20	65	S-E.	Lune périgée.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
21	67	*Idem.*		*Idem*, léger br.	Nuageux.	*Pluie.*
22	75	S-O.		Petite *pluie.*	Couvert.	Couvert.
23	76	N-O.		*Pluie* abondante.	*Pluie* fine.	*Idem.*
24	76	O.		Couvert.	Couvert.	*Pluie.*
25	85	*Idem.*		*Pluie* fine.	*Pluie* fine.	Couvert.
26	75	*Idem.*	P. L. à 7h47'm.	Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Nuageux.
27	72	E.		Couvert, léger brouil.	*Idem.*	Beau ciel.
28	82	S-E.		*Idem.*	Très-nuageux.	*Pluie.*
29	88	N-O.		Très-nuageux, brou.	*Idem.*	Nuageux.
30	70	N-E.		Nuageux.	*Idem.*	*Idem.*
31	70	S.		Trouble et nuageux.	Couvert.	*Pluie.*
Moy.	71					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du
- N.............. 8
- N-E.............. 7
- E.............. 3
- S-E.............. 3
- S.............. 1
- S-O.............. 2
- O.............. 4
- N.-O.............. 3

Therm. des caves { le 1er 12°,095 ; le 16 12°,096 }

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 32mm 85 = 1 p. 2 lig. 6 dixièmes.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris et par exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

MÉMOIRE
SUR LA ZÉOLITHE DE WERNER, ET LES MÉSOTYPE ET STILBITE D'HAÜY;

Par MM. GEHLEN et FUCHS,

Professeurs de Chimie en Bavière.

TRADUIT DE L'ALLEMAND (1).

« Il est rare, dit M. Moll, que la division d'un genre en un aussi grand nombre d'espèces, ait été aussi heureuse que celle de la *zéolithe*. Quoique cette distinction paroisse facile, elle ne laisse pas, néanmoins, d'être l'objet de beaucoup de doutes. Haüy, comme l'on sait, fit, d'après des considérations cristallologiques, deux espèces de la *zéolithe*, savoir, la *mésotype* et la *stilbite*, division que *Werner* n'adopta point, pour des raisons judicieuses indiquées plus bas.

Il s'éleva de nouvelles difficultés quand Haüy eut trouvé, par des recherches cristallographiques, que le *natrolithe* devoit être réuni à la mésotype; car Vauquelin qui avoit analysé une *mésotype pyramidée*, donnée pour cet effet par M. Haüy, n'y avoit point trouvé de soude, tandis que Klaproth en avoit obtenu 0,16 du *natrolithe*. On sent combien il seroit affligeant, si des chimistes, comme Vauquelin, étoient capables de commettre de pareilles erreurs.

Nous commençâmes nos recherches par l'analyse d'une zéolithe d'Islande (stilbite), et de deux *mésotypes* du Tyrol, dont l'une

(1) *Voyez* Journal de Schweigger, tome VIII, pag. 353.

étoit un prisme tétraèdre, et l'autre avoit en partie l'apparence et la structure du *natrolithe.*

Le Tableau suivant offre les résultats de l'analyse.

	Stilbite, 1re analyse.	*Stilbite,* 2e analyse.	*Mésotype,* prisme tétraèdre.	*Mésotype,* ou ressemblant au natrolite.
Silice. . . .	55,072	55,615	53,392	54,40
Alumine. . .	16,584	16,681	19,62	19,70
Chaux. . . .	7,584	8,170	1,75	1,61
Alcali (1). .	1,50	1,536	14,696	15,09
Eau.	19,30	19,30	9,71	9,83 (2).
	100,04	101,002	99,168	100,63

On voit que la stilbite diffère essentiellement de la mésotype par les proportions; la dernière contient en effet beaucoup d'alcali; ainsi la séparation qu'en a faite M. Haüy, d'après la cristallisation, est autorisée par la Chimie. Ces résultats nous paroissoient satisfaisans, mais ceux de Vauquelin ne nous sembloient pas moins étranges; et dans la ferme persuasion que ce chimiste n'avoit pu se faire illusion jusqu'à ce point, nous pensâmes qu'il devoit exister une autre source d'erreur. A cet effet, nous passâmes en revue générale les zéolithes de la collection minéralogique de l'Université de Landshut, à l'essai du chalumeau, dans quel cas, la manière de se comporter de la stilbite et de la mésotype *est* si différente.

On peut se figurer notre surprise en ne trouvant pas (dans les zéolithes fibreuses et aciculaires d'Islande) une seule mésotype, et que nous fûmes obligés de les ranger toutes en attendant, avec les stilbites. Après un examen comparatif plus exact, il nous parut que quoiqu'il y eût plusieurs rapports avec cette dernière, il y avoit aussi des différences assez grandes, et après

(1) La dissolution de platine a prouvé que la soude étoit accompagnée d'une petite quantité de potasse.

(2) Dans un Mémoire que nous nous proposons de mettre sous les yeux de l'Académie royale des sciences de Munich, sur plusieurs faits relatifs à l'analyse des corps, nous expliquerons pourquoi nous obtenons presque toujours un surpoids dans ces analyses, conduites avec autant de soin que possible.

avoir poursuivi nos recherches, nous en tirâmes la conséquence que la *mésotype pyramidée*, donnée commet elle par M. Haüy, et examinée par Vauquelin, n'étoit pas une mésotype, mais un minéral se rapprochant de cette dernière et de la stilbite. Ce fut pour nous aussi un trait de lumière qui nous explique pourquoi Haüy a rapporté de faux caractères à la mésotype, en disant (Traité, etc., tome III, pag. 152), *qu'elle se fond en bouillonnant, en un émail rempli de bulles*, tandis que la vraie mésotype se fond tranquillement au chalumeau en un verre clair et incolore. Le minéral en question se rapproche de la stilbite par la manière dont il se comporte au chalumeau, en ce qu'il se gonfle (cependant un peu différemment) et donne un verre transparent; mais il en diffère en ce qu'il forme avec les acides une gelée, ce que ne fait pas la stilbite. C'est principalement cette circonstance qui a occasionné la méprise; le minéral diffère de la mésotype (outre le degré de dissolubilité et la formation de gelée) en ce qu'il ne se dissout plus dans les acides, et ne forme pas de gelée comme elle, après avoir été rougie, quoique la dissolution par ces acides s'en opère cependant si on le fait bouillir jusqu'à un reste de silice extrêmement divisé. La stilbite, au contraire, n'est presque pas attaquée après avoir été exposée à la chaleur rouge, et celle qui n'a pas été encore rougie, se dissout comme le nouveau minéral qui a été rougi.

Outre la différence des résultats par le feu et les acides, qui doit reposer sur un état chimique différent, cette substance se distingue encore de la mésotype et de la stilbite par la forme de ses cristaux et sa composition. Nous croyons avoir reconnu avec certitude, dans un échantillon qui se composoit en grande partie d'aiguilles d'une certaine dimension, un prisme irrégulier à 6 pans, terminé, à ce qu'il paroît, par quatre facettes opposées sur les angles obtus du prisme. Quant à sa composition, l'échantillon ne nous permit pas d'en prendre plus de 50 grains; cependant l'analyse fut conduite si heureusement, jusqu'à une seule circonstance près (l'estimation de l'alcali qui devint inutile), que le résultat ne doit pas être éloigné de la vérité.

Le voici en comparaison avec celui de Vauquelin.

Silice. . .	48,936	suivant Vauquelin :	50,24
Alumine. .	25,986	. . . .	29,30
Chaux. . .	10,440	. . . .	9,46
Alcali (1)..	. . .	. . . .	. . .
Eau. . . .	13,900	. . . .	10,00
	99,262		99,00

Haüy dit, dans son *Tableau comparatif*, qu'il possède encore dans sa collection, le morceau dont il en donna à Vauquelin pour faire l'analyse; il sera donc facile de découvrir la vérité et de déterminer plus exactement la forme des cristaux dont la petitesse aura pu le tromper. Si Haüy eût d'abord donné à analyser des mésotypes de France, au lieu de celles d'Islande, dont la grandeur des cristaux lui permettoit une détermination exacte, nous saurions sans doute depuis long-temps ce qui en est. On sait que Werner (*Steffens Handb. der Oryktognosie*) introduisit une nouvelle espèce sous le nom de *nadelstein;* il avoit eu sûrement des doutes qui l'avoient engagé à la séparer d'avec la zéolithe, doutes sur lesquels il passa dans la suite. Nous desirons vivement qu'il plaise à ce célèbre naturaliste de prendre encore une fois cet objet en considération.

Ce qui a été dit pour la mésotype d'Haüy, peut aussi s'appliquer à la stilbite, où paroît être renfermée une nouvelle espèce. Lui-même a déjà hésité sur sa *stilbite anamorphique.* Elle se trouve en rapport pour la cristallisation avec la zéolithe feuilletée rouge du Tyrol. La forme de cette dernière nous semble incompatible avec la forme primitive de la stilbite. En outre, la zéolithe rouge se distingue des trois espèces dont nous avons parlé jusqu'ici, par sa composition et ses propriétés chimiques. Nous ne pouvons rien dire sur la composition de la stilbite anamorphique d'Islande, n'en ayant pu sacrifier que la quantité nécessaire à l'essai du chalumeau; nous devons donc continuer ce sujet et tâcher de fixer l'attention des minéralogistes; car la zéolithe rouge du Tyrol nous semble avoir un aspect extrêmement différent.

---

(1) Il est probable qu'il y a aussi une petite quantité d'alcali comme dans la stilbite.

Nous voyons que l'idée de Moll, émise plus haut, n'est pas fondée, car il y a eu peu de genres de minéraux qui aient donné un exemple aussi frappant; les minéralogistes cités ci-dessus se sont trompés en se laissant guider par des principes particuliers, sans avoir recours à la Chimie, qui nous fait connoître la nature des corps. Il est vrai que ces quatre minéraux ont une ressemblance assez grande; mais on ne doit pas pour cela les ranger sous la dénomination de *zéolithe* comme, par exemple, le nitrate de potasse, celui de soude et d'ammoniaque qui peuvent être désignés sous le nom de *nitrates*, ne peuvent pas l'être sous celui de nitre (nitrate de potasse). Haüy a, comme on sait, tout-à-fait banni le nom zéolithe. Nous proposons aux minéralogistes allemands de lui laisser celui de stilbite dont la signification étymologique est tirée d'une propriété aussi frappante, qu'elle la possède à un haut degré, et qu'en outre, ce nom a un certain prix historique, puisqu'il lui vient de *Cronstedt*, qui le premier fit connoître la zéolithe.

La mésotype seroit, d'après notre manière de voir, à rapporter au natrolithe, espèce qui, jusqu'ici peu nombreuse, en recevra par cela même plus d'extension; la grande quantité de soude qui s'y trouve rend ce nom convenable et précis, il rappelle le chimiste célèbre dont le mérite distingué a tant contribué à la connoissance des minéraux, qui le premier y découvrit la soude dans les fossiles, et en particulier dans le natrolithe. Pour la nouvelle espèce nous proposons le nom de SCOLEZITE, parce que les cristaux aciculaires de ce fossile prennent une courbure *vermiforme* quand on les expose à la chaleur. On pourroit, d'après tout ce qui vient d'être dit, trouver la raison pourquoi Werner n'a pas suivi la distinction *stilbite* et *mésotype* d'Haüy. La séparation en auroit dû être plus exacte et aller plus loin; mais une nouvelle espèce que nous avions séparée, se trouvoit sous plusieurs rapports, comme une vraie mésotype, entre ce que nous nommons *zéolithe* et *natrolithe*.

Les ouvrages de minéralogie font mention d'une zéolithe compacte. Hoffmann l'a omise sans en donner la raison. La zéolithe compacte rouge du Tyrol (*Fassaït*) n'est, à la vérité, qu'un *hornstein*, mais celle de Transylvanie se comporte au chalumeau parfaitement comme le natrolithe. Nous devons en renvoyer l'analyse jusqu'à ce que nous en ayons reçu une quantité suffisante.

Nous avons aussi examiné une zéolithe efflеurie; elle entoure les

les cristaux en prismes tétraèdres du natrolithe, que nous avons analysé, et dont nous avons parlé plus haut. Il est difficile de décider si le fossile dans son état primitif étoit un natrolithe, ou s'il appartenoit au nouveau genre. Mais nous concluons qu'il appartenoit à l'un ou à l'autre, d'après les circonstances qui produisent la terre à porcelaine par la décomposition du feld-spath, par sa manière d'être et sa structure fibreuse qui ressemble parfaitement à celle des deux substances, jointes à l'opacité et à sa friabilité. La justesse de cette conclusion adoptée, ce fossile offrira un nouvel exemple combien l'efflorescence produit de changement dans la composition des minéraux, même en conservant leur forme primitive; la silice se trouve changée (jusqu'à $\frac{1}{6}$), on ne retrouve qu'une petite quantité d'alumine, et au contraire une augmentation de chaux qui est presque toujours carbonatée. C'est pourquoi les acides l'attaquent avec effervescence, suivie d'un dégagement de chaleur : le composé qui au commencement étoit opaque, change d'aspect et devient transparent; il s'en sépare de la silice sous forme de flocons légers, transparens; circonstance qui semble encore démontrer qu'elle doit s'y être trouvée en combinaison chimique. Il n'en résulte pas une gelée en évaporant la dissolution, il ne s'en sépare plus que peu ou point du tout (de silice). On ne retrouve plus qu'une petite portion, un peu plus de 0,01 d'alcali. Au chalumeau, les fragmens parfaitement effleuris ou friables, sont infusibles. Nous renouvelons à cette occasion, la prière faite aux naturalistes qui possèdent ce fossile dans son état primitif et en efflorescence, de nous l'envoyer dans ces deux états, afin de compléter nos recherches sur ce sujet. Car ce n'est que par une longue suite de ces recherches, que l'on pourra tirer des conclusions sur la théorie de ces décompositions, en connoissant la manière d'être des minéraux et de ceux qui les accompagnent, que l'on pourra savoir combien est fondée la grande différence de la composition qu'éprouve le minéral effleuri dans cette opération, et enfin de circonstances qui y ont rapport, comme l'imbibition, etc.

Pour compléter nos recherches sur la zéolithe, nous devons analyser plusieurs variétés qui appartiennent aux espèces dont nous avons parlé plus haut; c'est ce que nous ferons aussitôt que nous aurons pu nous procurer ces variétés. Notre dessein est d'analyser toute la famille de la zéolithe [ne seroit-ce que

chimiquement] (1), et même les genres qui y ont le plus de rapport.

Nous tâcherons de donner un exemple, par notre travail, de la manière dont nous croyons que la Chimie doit se réunir à la Minéralogie, pour que la science en retire un avantage. Depuis l'époque où Klaproth fit faire un pas à l'analyse des minéraux, une véritable routine s'y est introduite. Un travail ainsi conçu doit montrer le seul moyen de faire un système minéralogique, et alors on pourra déterminer la juste valeur des noms *genre*, *espèce*, etc. Nous avons encore dans ce travail, cet avantage que presque tous les minéraux qui composent la famille zéolithe existent dans notre voisinage près de l'*Inn*, dans la même formation. Ne doit-on pas s'attendre qu'en comparant les minéraux des mêmes formations de différens pays, et aussi de différentes formations, qu'on n'en retire des faits intéressans?

Nous ne perdrons pas de vue les lois de Berzelius pour les appliquer à nos analyses, comme Berzelius lui-même l'a déjà fait dans quelques analyses de minéraux. Je l'essayai en premier lieu sur l'apophyllite (2) du Tyrol, que chacun de nous en particulier reconnut en même temps pour telle, et que nous trouvâmes dans plusieurs collections de savans minéralogistes, sous le nom de *zéolithe*, comme l'étoit en général l'apophyllithe, avant d'avoir été reconnue pour espèce particulière; de manière qu'il y a de quoi s'étonner à le voir maintenant si éloigné dans le

---

(1) Le feld-spath (spath en tables) nous offre la plus simple composition, silice et chaux d'après Klaproth. Il entre de plus, de la potasse dans celle de l'apophyllite, de l'alumine et peu d'alcali dans la prehnite, laquelle augmente à mesure dans la zéolithe (stilbite), kubicit, schabazit jusqu'au natrolithe (mésotype). Dans le kreuz-stein (scarmatome) la chaux et l'alcali ont fait place à la baryte. Quand on aura ainsi analysé avec exactitude des suites entières de minéraux qui ont quelques rapports entre eux, on trouvera sans doute des lois auxquelles sont assujéties les proportions des matières constituantes; comme la proportion de l'eau dont la quantité contenue dans la zéolithe est clairement le double de celle du natrolithe.

(2) C'est une chose particulière pour les noms, celui d'ichthyophtalm qu'on a donné à l'apophyllithe du Tyrol, n'est pas très-juste, celui qu'Haüy lui a donné (apophyllite) convient beaucoup mieux à la zéolithe feuilletée rouge, qui montre une exfoliation bien sensible, dans la cassure et l'exposition au chalumeau ou dans un creuset.

système. Le résultat de l'un de nous n'a différé de celui de Rose, que par une plus petite proportion d'alcali. Ayant répété ensemble l'analyse, nous obtînmes le même résultat à peu de choses près. Elle se plie parfaitement à l'application des lois. En général on ne pourra poser de faits et tirer de conclusions générales sur cette application, que par un travail plus étendu dans le genre dont nous avons parlé.

On aura raison d'espérer de parvenir enfin à des résultats aussi utiles pour la science, en persévérant dans un travail aussi pénible comme l'est l'analyse chimique des minéraux dont la moindre petite faute détruit une grande partie de l'ouvrage, qui demande d'ailleurs tant d'attention et une connoissance étendue en Chimie.

A. V.

LETTRE

SUR

L'USAGE DES VAISSEAUX AÉRIENS

DANS LES PLANTES;

PAR M. IBBETSON.

MESSIEURS,

Sir George Staunton observe « que la feuille du *nymphœa* » *nelumbo*, indépendamment de l'usage qu'on lui attribue d'ordinaire d'après sa structure particulière, car sa croissance se » porte entièrement autour de la tige, a l'avantage de défendre » les fleurs et le fruit placés dans son centre, du contact de » l'eau, à quelque profondeur qu'elle y soit (à moins qu'il n'arrive » une inondation subite), jusqu'à ce qu'elle en ait atteint la » surface. » Mais cette propriété est commune à toutes les plantes aquatiques. Il existe des faits extrêmement curieux qui appartiennent à cette espèce de plantes, et qui méritent d'être connus, puisque ce sont autant de phénomènes qui servent comme de règles générales dans la nature. Depuis l'instant où j'ai commencé à m'occuper de la dissection des plantes, le plus ardent de mes desirs a été de recueillir ces faits, ceux surtout qui, comme celui dont il s'agit, n'ont jamais, ou presque jamais varié. Le fait que je veux prouver maintenant, c'est l'usage que fait la nature des vaisseaux aériens dans ces plantes; j'essaierai aussi d'expliquer comment en général ils reçoivent l'air, et comment il s'y place. L'opinion des physiologistes du dernier siècle étoit que toutes les plantes ont des vaisseaux aériens; mais la dissection m'en a démontré l'erreur, et convaincu que lorsqu'on les trouve, ils sont trop grands et trop visibles pour qu'on ne puisse pas les voir ou les reconnoître; enfin, qu'on ne les découvre que dans les plantes aquatiques et semi-aquatiques. Il

existe, il est vrai, une certaine quantité d'air mêlé dans les vaisseaux de tous les végétaux ; et de là vient la cause qui accélère ou retarde l'écoulement de la sève et des autres sucs. Le mélange d'air dans les vaisseaux de la sève est la source de la partie la plus surprenante de la formation des plantes en général, puisqu'elle est due à la fluctuation constante que le froid ou le chaud produisent dans les différens vaisseaux, en les remplissant et en les vidant, comme on voit le thermomètre s'abaisser ou s'élever. Ainsi lorsque le froid du soir, ou même lorsqu'un vent froid se fait sentir, l'air qui remplit à peu près la moitié des vaisseaux de la sève, se resserre dans un espace beaucoup plus petit. Il occasionne un vide momentané qui ouvre les innombrables valvules de la feuille de la plante, par suite celles des poils, et admet un courant de pluie ou de rosée dans les vaisseaux de la sève, qui étant alors parfaitement remplis, au retour du soleil, la change en oxigène pour rétablir la pureté de l'air si nécessaire à sa santé, et en gaz acide carbonique pour la formation de l'écorce, des sucs et pour d'autres combinaisons. Ce procédé a lieu dans les plantes aquatiques comme dans les plantes terrestres ; mais relativement aux véritables vaisseaux aériens, aux vaisseaux remplis d'air seulement, d'après toutes les dissections et l'étude que j'en ai faite, ils paroissent n'exister dans ces plantes que pour les soutenir dans l'eau, ou pour les fixer dans différentes directions, selon l'attitude exigée pour que les végétaux puissent se tenir élevés. Lorsque la feuille est pour rester sur l'eau et en contact avec elle, alors la queue s'alonge en raison de la profondeur de l'eau, et elle est entièrement remplie de vaisseaux aériens qui la soutiennent dans une direction perpendiculaire. A l'endroit où la feuille commence, elle a aussi un rejeton de vaisseaux aériens au-dessous de la feuille, pour la soutenir sur le courant et conserver parfaitement sèche sa surface supérieure. Mais lorsque la plante est pour exister à plus d'un pied sous l'eau, les feuilles perdent alors en dessous les vaisseaux aériens qui les accompagnent, et ne conservent que ceux qui les entourent, et un bulbe au sommet et au fond du diaphragme qui augmente ou diminue suivant que la pointe en a besoin pour s'élever ou pour s'abaisser dans le courant. Mais si les feuilles sont pour être maintenues dans une direction perpendiculaire dans l'eau, la nature emploie alors beaucoup plus d'art, comme je vais le démontrer en faisant la description de la formation entière du lis d'eau, ou du *nymphæa lutea*, en

observant que la dissection est la même dans toutes les espèces que j'ai pu me procurer à cet effet.

Que le lis d'eau ait deux espèces de feuilles, c'est un fait qui, je crois, n'a pas même été connu de l'estimable baronnet qui a si bien observé cette plante dans les eaux naturelles à la Chine. Que ces feuilles diffèrent entre elles, soit pour l'épaisseur, soit pour la forme, ainsi que pour les différens usages auxquels elles sont destinées; c'est ce que je vais faire voir. Je donnerai d'abord la description de celle qui nage sur l'eau. Un rejeton double de vaisseaux aériens, entièrement couvert d'une pellicule imperméable, forme sa surface inférieure qui est en contact avec le courant, tandis que la supérieure a un triple réseau, au lieu de nourriture, couvert d'une pellicule double, pour que l'eau ne puisse pas passer au travers. J'ai donné une esquisse de l'épaisseur de cette feuille dans la *pl.* 2e, *fig.* 1re (1), pour qu'on puisse mieux comprendre la différence qui existe entre les deux, et offrir un exemple frappant de l'usage des vaisseaux aériens. J'ai dit que la tige s'alongeoit en raison de la profondeur de l'eau, et que les vaisseaux aériens dans le diaphragme s'arrêtent au commencement de la feuille, ensorte qu'elle est absolument plate, et la surface supérieure parfaitement sèche. Mais la description de l'autre feuille est tout-à-fait différente. Lorsque la corolle est tombée et que les grains sont sortis de leur réceptacle, le péricarpe se flétrit, et un nouveau germe destiné à renfermer les fleurs et le fruit de l'année suivante, perce au-dessus de la vase et est entièrement couvert d'eau. Il est entouré de feuilles d'une forme particulière frangées en languette sur les bords. Elles pressent le bouton de tous les côtés, tandis que le sommet du diaphragme s'élève au-dessus de l'eau au moyen d'une grosse bulle d'air qu'il renferme, et du diaphragme entièrement rempli de vaisseaux aériens. Il n'y en a aucun sous la feuille et très-peu dans sa queue; mais une large ouverture pour l'air entre les pellicules de la feuille au haut de la languette, le tient toujours droit.

La figure 2e donnera une idée de l'épaisseur comparative de la feuille, tandis que A, fig. 1re, et B, fig. 2e, feront voir la forme de la feuille à laquelle appartient chaque dissection, sa

---

(1) Nous n'avons pu faire graver les planches, le lecteur y suppléera.

formation intérieure et le différent mécanisme des deux feuilles démontreront l'usage des vaisseaux aériens. On verra le peu d'influence de l'eau sur cette plante, puisqu'elle n'altère presque point ni la graine, ni la fleur, ni le fruit. J'ai donné précédemment une Lettre sur les plantes aquatiques. J'exposerai ensuite comment la plante aquatique, *festuca fluitans*, est soutenue sur le courant par les mêmes moyens, je veux dire un rejeton de vaisseaux aériens sous la feuille, et que presque toutes les plantes aquatiques ont deux sortes de feuilles. Première, celles flottantes pour donner l'oxigène et former les différens sucs composés qu'exige la plante; deuxième, les feuilles sous l'eau pour la soutenir et l'envelopper, et pour d'autres raisons qui nous sont encore inconnues. Mais dans les *potamogétons*, les feuilles inférieures sont trop étroites pour couvrir le bouton recouvert de son voile (ou pellicule). Dans le *potamogéton natans*, lorsque l'eau vient à se sécher, les vaisseaux aériens perdent insensiblement tout leur lustre. Ils se resserrent de manière à devenir bientôt des vaisseaux ordinaires, et la plante offre alors l'apparence d'un *plantago*. J'en ai trouvé un l'été dernier, que je n'aurois jamais pris pour un potamogéton, sans l'observation de Linné qui a vu et rapporté les changemens qui ont quelquefois lieu dans cette espèce. Une chose digne de remarque dans plusieurs plantes semi-aquatiques, c'est qu'au lieu de se flétrir par le manque d'eau, elles deviennent des plantes terrestres, en perdant ou en resserrant leurs vaisseaux, particulièrement la *veronica scutellaria*, et quelquefois le *beccabunga*.

Je ne me serois pas occupé dans ce moment à faire voir l'absurdité de la transpiration des plantes aquatiques, puisque j'ai démontré dans des Lettres précédentes, la fausseté de cette opinion, de manière à porter la conviction dans l'ame de tout homme qui a le sens commun et qui cherche la vérité; mais comme elle a pris sa source dans les plantes terrestres, au moyen de figures qui ne ressemblent effectivement qu'à une bulle d'eau; et comme les plantes aquatiques sont presqu'entièrement dénuées de poils, de vrilles, et de tout ce qui leur ressemble je dois entrer dans le détail de ce qu'on a pris pour transpiration dans les plantes aquatiques. Une légère espèce de *conferva*, que l'œil seul peut distinguer à peine, couvre souvent les feuilles flottantes des plantes aquatiques, et l'eau est nécessairement retenue entre ses fibres claire et transparente. Les bulles d'oxigène qui découlent continuellement des feuilles sont prises dans

ses petits filets, et la plante dans cette situation paroît couverte de diamans; lorsqu'on les enlève avec la main, alors l'air dégagé de sa prison disparoît; mais l'eau qui est la cause de ce phénomène, reste toujours avec le *conferva* comme une preuve apparente de la transpiration, parce que l'on suppose qu'elle provient des bulles. Mais j'ai si souvent étudié la matière dans sa totalité, j'ai si souvent appliqué un grand microscope sur les feuilles, attendant des heures entières sans voir une bulle d'eau transpirer, que je suis bien assuré de la vérité du fait ci-dessus; et que lorsqu'elles ne sont pas couvertes d'une *cryptogamie*, les feuilles flottantes sont toujours parfaitement sèches, ce qui ne pourroit pas avoir lieu avec la transpiration qu'on leur attribue. J'ai avancé que les plantes aquatiques n'ont pas de poils, c'est-à-dire qu'aucune des parties qui ne sont pas renfermées n'en a; preuve convaincante, selon moi, de deux faits que j'ai prétendu établir, je veux dire que les poils, ainsi que ce que l'on prend communément pour la transpiration, sont au contraire établis pour apporter l'humidité aux plantes, au lieu de les priver de l'eau qu'elles ont; et qu'elles ont en végétation une espèce de pellicule imperméable qui couvre toutes les feuilles ainsi que la plupart des autres parties, et qui dans les plantes aquatiques est d'un usage particulier. Ces deux points sont d'une grande importance dans la Physiologie. Je les ai toujours mis en avant dans les échantillons qui constatoient leur existence. Ce qui va suivre la portera, je crois, jusqu'à l'évidence. Quoique les feuilles, ainsi que les parties qui sont sous l'eau, ne soient pas voilées, qu'elles n'aient pas de poils, cependant les fleurs qui poussent leurs pointes au-dessus, et les boutons, tant qu'ils sont à l'abri du courant, en ont un peu, et ce qu'il y a de plus curieux, ils sont remplis d'eau. Avant que la fleur se développe, le bouton est couvert d'un triple voile tellement imperméable, que d'ordinaire l'un d'eux est enflé par l'air qui peut plus efficacement encore, le garantir et empêcher l'introduction de l'humidité. Assuré que les poils ne se remplissoient jamais de liquide provenant de la plante, mais qu'ils l'obtenoient de l'atmosphère seulement, je voulus voir comment ainsi placés, ils pouvoient obtenir l'eau qui les gonfloit. Ayant donc pris deux verres que je mis l'un dans l'autre, parfaitement garantis de toute humidité en-dessous, au moyen d'un enduit très-épais, je couvris tout l'appareil d'eau, et le laissai pendant la nuit. Le lendemain matin, je trouvai l'intérieur du verre interne parsemé de pelli-

cules

cules d'eau suffisante pour remplir tous les petits cylindres des poils que contiennent les boutons; ce qui fait voir que l'évaporation peut percer à travers un verre double. Il n'y a pas de plus forte preuve que les poils sont doués de quelque qualité particulière qui les met en état de chasser l'humidité de l'atmosphère. Dans une Lettre précédente, j'ai démontré que ce n'est pas seulement l'eau qui est obtenue de cette manière, puisque l'huile est aussi reçue par le poil. On peut également suivre dans les roses le suc doux et rouge qui y est produit, ou qui s'y fige, depuis l'instant où il entre dans la plante, jusqu'à celui où, coulant dans des vaisseaux destinés à cet effet, il arrive aux valvules de la feuille.

Après avoir observé tout ce qui concerne les feuilles et les vaisseaux aériens des plantes aquatiques, je voulus m'assurer si elles différoient à cet égard des autres plantes, ou si, comme elles, elles conservoient leurs graines et leurs boutons dans la racine. Je me procurai à cet effet, un grand lis d'eau de l'espèce que l'on nomme *lutea;* j'en coupai la racine en plusieurs morceaux que je soumis au microscope, de manière à m'assurer de la vérité du fait. Tous m'offrirent des échantillons dans lesquels on découvroit parfaitement des boutons et des graines. Je vais donner la figure de l'un d'eux, qui étoit une tranche coupée horizontalement. Au centre de la racine on apercevra les boutons, et les graines sont enveloppées dans le vaisseau alburnum auprès de l'écorce (*fig.* 3 C. boutons) et (*fig.* 3 D. graines). Je partageai ensuite la tige, et prenant un morceau perpendiculairement extrait du milieu, il m'offrit la ligne de vie qui, comme c'est l'ordinaire dans les petites plantes, s'élève dans le centre, avec les boutons qui y sont attachés (voyez *fig.* 4). Pour achever cette peinture, je continuai à couper le haut de la plante, et je découvris les boutons dans un état plus avancé que je ne les avois ramassés d'abord, pour leur communiquer les différens ingrédiens; leurs graines (*fig.* 5), qu'ils n'avoient pas encore reçues, étoient bien formées en apparence, car les fils et les vaisseaux grenus étoient également vides. Je n'ai jamais disséqué de plante plus propre à faire voir la vérité de ce que je voulois prouver: 1° que l'eau influe moins qu'on ne pourroit l'imaginer, sur les propriétés essentielles d'une plante; 2° que les vaisseaux aériens sont simplement des supports; 3° que dans les plantes aquatiques, la graine, le bouton se forment dans les fils et les vaisseaux grenus; 4° qu'il n'y a pas plus de trans-

piration dans les plantes aquatiques que dans les plantes terrestres, quoique ces dernières aient quelques poils ; 5° qu'il existe une pellicule invisible imperméable qui couvre presque toute la végétation; et que les poils reçoivent leur liquide de l'atmosphère, et non des végétaux auxquels ils appartiennent. Je n'entre dans des détails aussi minutieux relativement à la formation des plantes, que pour présenter des faits sous un plus grand jour encore; et je n'ai jamais disséqué un seul végétal, que ces faits ne se soient montrés de manière à ne pouvoir être révoqués en doute. Il est une circonstance curieuse autour des fleurs des plantes dont j'ai donné un échantillon, que je n'avois pas observée jusqu'ici, et dont par conséquent il ne m'est pas possible de rendre compte (voyez *fig.* 3 et *fig.* 4 au K). Je ne peux offrir pour le moment que les *potamogétons* et le *ranunculus aquaticus*, dont la fleur a commencé à se former. Que la spirale soit découverte dans toutes les corolles, c'est un fait; mais la voir totalement arrondie de cette manière, c'est une nouveauté qui, je l'espère, peut par la suite nous instruire.

M'excusera-t-on de terminer cette Lettre par exprimer un doute, relativement à ce que Théophraste nous dit du *nymphœa lotus* qui, selon lui, coule sous l'eau toutes les nuits? Le soin que prend la nature à l'égard de toutes les plantes aquatiques, de les mettre à l'abri de cet élément, jusqu'après l'imprégnation, est tel que je ne puis croire qu'elle changea tout-à-coup ses lois, uniquement pour qu'une fleur d'un système agisse contradictoirement à un principe reconnu. Toutes les plantes aquatiques s'élèvent au-dessus du courant pour accomplir l'imprégnation de la graine; et lorsque la fleur est sous l'eau, avant de s'épanouir elle est couverte d'une triple pellicule destinée à la défendre de l'influence de cet élément, défense qu'elle ne perd qu'après s'être élevée au-dessus de l'eau. Toutes les espèces paroissent s'accorder admirablement dans chaque point. Nous en avons une indigène dans ce pays où les nuits sont en proportion plus froides. Quelle raison peut alors justifier une semblable variation? Prosper Alpinus s'efforce de prouver que le *nymphœa lotus* est, sous tous les rapports, le même que le lis ordinaire, et il ajoute que tous coulent également sous l'eau la nuit. Nous savons aujourd'hui que c'est une erreur, puisqu'aucune des espèces florissant en Angleterre n'éprouve le même sort; mais une autre raison qui me porte à regarder l'observation de Théophraste comme sans fondement, c'est qu'il n'existe aucun méca-

nisme pour précipiter la plante sous l'eau. J'ai disséqué des plantes depuis quelques années, et je n'y ai jamais vu un mouvement semblable s'effectuer sans quelques moyens visibles de le produire. Jamais une tige ne se courbe, une feuille ne se tourne, ou une corolle ne se tortille, sans que les muscles ne se présentent d'eux-mêmes disposés à produire l'effet requis. Ce qui peut avoir accrédité cette erreur, c'est que l'intérieur de la tige s'est trouvé avec des spirales suffisantes pour l'élever ou pour la resserrer. La *ruppia maritima* qui va sous l'eau aussitôt après que la fructification est opérée, a une tige composée d'un mécanisme propre à produire cet effet. La *valisneria spiralis* prouve évidemment aussi qu'elle est faite pour être entraînée sous l'eau; mais ces deux plantes même restent au-dessus de cet élément jusqu'à ce que la fructification soit passée. Que la fleur se ferme la nuit et cache sa tête dans l'eau, c'est une vérité constante; mais ne doit elle pas aussi prendre soin des stils et du pistil? La nature, toujours vigilante, tend à perfectionner tout ce qui assure la conservation de la graine future; et lorsque la fleur se couche, c'est pour empêcher la rosée de pénétrer dans l'endroit où les pétales sont renfermées, ce qui blesseroit le pollen et le feroit sortir trop tôt; car à une certaine époque de sa formation, il crève sur l'eau en allant à travers le stil, et devient, s'il n'est pas assez mûr, absolument incapable de participer à la fructification des graines, fait qui semble contredire celui avancé par Théophraste. Mais serois-je donc assez téméraire pour avancer que ni les Grecs, ni les Romains ne sont méthodiques dans ce qu'ils nous racontent des phénomènes de la nature? et quoique cet illustre Grec passe pour être très-exact dans tout ce qu'il rapporte, néanmoins sa pierre qui consume la chair, pierre qui, dit-il, détruisoit en quarante jours tous les os du corps que l'on posoit dessus, qui changeoit en pierre les souliers ainsi que les différentes matières qu'on y déposoit, prouve qu'il croyoit ce qu'il ne s'étoit jamais donné la peine d'approfondir. Quant à Pline, il a cru que les pierres enfantoient, et il parle souvent de différentes espèces de sapins dont les racines, en forme de robinets, avoient six coudées de long, quoiqu'il n'existe qu'une espèce de sapin qui ait quelques racines de ce genre, je veux parler du *deciduous cyprus*, arbre d'Amérique qu'il n'a pas pu connoître. J'ai cité ces deux faits, moins pour déprimer ces deux illustres auteurs, que pour affoiblir la certitude de l'évidence, lorsqu'elle se trouve placée

en opposition aux véritables lois de la nature que nous n'avons jamais vu jusqu'ici varier.

Avant de finir cette Lettre, je ne puis m'empêcher de faire mention d'une circonstance qui, quoique hors de mon sujet, prouve, je crois, l'exactitude de mes observations, dans lesquelles j'ai d'autant plus de confiance, qu'elles s'accordent avec celles du célèbre M. Leslie. J'ai observé dans une de mes Lettres, écrite l'année dernière, que lorsque je plaçai le fil spiral subitement à un degré de chaleur quelconque, son mouvement cédoit à toutes les impulsions; soit que je soufflasse dessus, soit qu'il fût exposé au foyer du microscope solaire, ses écarts étoient convulsifs. M. Leslie dans sa description de son nouvel almomètre, dans laquelle il rend un compte si intéressant de la manière dont la chaleur se communique à l'eau et aux odeurs, observe que c'est par la pulsation. Je suppose donc que c'est la chaleur qui occasionne le mouvement dans les muscles délicats du fil spiral, et non aucune action qui lui soit particulière.

Je suis, Messieurs,

Votre obligé serviteur,

AGNÈS IBBETSON.

Cowley Cot, le 14 janvier 1814.

P. S. En coupant les plus gros boutons, j'en partageai la dernière enveloppe (*fig.* 5 EE). Il est généralement gonflé par l'air et se présente comme un calice; mais il n'a qu'une seule pellicule pour le garantir de l'eau. Il y renfermoit trois boutons que je coupai en deux, je ne puis pas en offrir la figure. Le dedans étoit dans une confusion telle, que tout ce que j'en puis dire, c'est qu'il n'y avoit encore ni graines, ni pollen. Au moment où les graines, ou bien le pollen, particulièrement ce dernier, commencent à se vivifier, les parties enflent et sont beaucoup plus larges qu'elles ne le sont après. Aussi est-il impossible de ne pas saisir l'instant où ce mouvement s'opère, si la fleur ou le bouton est partagé; car à une confusion totale succède une régularité admirable. J'offrirai bientôt une esquisse des boutons dans leurs différens états; savoir, dans la racine, dans la tige, et dans le moment qui précède immédiatement celui de la floraison. Mais cette dissection demande des instrumens si délicats

si affilés et si pointus, que j'attends qu'ils soient confectionnés. J'ai précédemment donné la forme des vaisseaux aériens, *fig.* 2, Journal 144. Il y en a trois sortes qui ne diffèrent entre elles que dans la forme; les parties intérieures et le mécanisme sont les mêmes dans tous. La figure 6 représente les vaisseaux d'eau dans les menyanthes. Je crois que c'est cette espèce que Mirbel a disséquée. « Ce ne sont pas, dit-il, de petites utricules, comme » le disent la plupart des auteurs, mais une membrane qui se » dédouble en quelque sorte, pour former des vides contigus » les uns aux autres. » Cette description est admirable. Les vaisseaux d'eau dans le lis aquatique sont ronds comme dans la figure 2 du Journal précité; et ceux carrés se trouvent dans la pellicule de la même plante. Le lis d'eau est représenté ici (voyez *fig.* 5 GG).

A MM. Nicholson et Tilloch.

TRAITÉ
SUR LE PASTEL
ET L'EXTRACTION DE SON INDIGO;

PAR M. GIOBERT,

Professeur de Chimie à Turin, Membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes, etc.

EXTRAIT PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

AVANT la réconciliation générale des peuples, qui vient de s'opérer, les entraves qu'éprouvoit le commerce empêchoient l'arrivée facile des substances que fournissoient à l'Europe les contrées équinoxiales. L'habitude en avoit fait des besoins factices, dont on se passoit difficilement. On avoit donc employé tous les moyens pour y suppléer.

L'indigo étoit une de ces substances dont, quoique moins utile que beaucoup d'autres, on ne pouvoit se passer. On a donc eu recours aux plantes dont on le retiroit en Europe avant la découverte des pays qui le fournissent aujourd'hui plus abondamment et à moins de frais.

DE L'ISATIS.

L'indigo se retiroit de la plante appelée *isatis tinctoria;* les chimistes sont revenus à cette plante, qui en fournissoit autrefois à notre consommation. Le professeur Giobert s'en est occupé spécialement. Son travail est divisé en trois parties:

Dans la première il traite de la culture de cette plante.

Dans la seconde partie il traite des moyens d'extraire l'indigo de cette plante.

La troisième partie est entièrement chimique.

L'isatis est actuellement si connu, dit l'auteur, qu'il paroît inutile d'en donner la description. Les botanistes nous ont fait connoître plusieurs espèces de ce genre. Il y a lieu de présumer que toutes sont indigofères... J'ai essayé

L'isatis alsatica,
L'isatis sylvestris,
L'isatis lusitanica.

Toutes ont donné de l'indigo. On convient cependant, en général, que la plus riche en matière colorante est

L'isatis tinctoria.

Mais le véritable pastel, le plus riche en matière colorante, est sensiblement éloigné de son type primitif. C'est évidemment une *variété formée par la culture*, comme le chou-fleur, le brocoli, les choux de nos jardins... On sait que pour peu qu'on néglige le véritable pastel, il s'altère : on croit communément qu'il dégénère ; c'est une erreur ; c'est au contraire une véritable régénération, il finit par s'identifier avec le pastel sauvage de nos campagnes, le véritable *isatis tinctoria* des botanistes.

Dans mon ouvrage de la *Perfectibilité et de la Dégénérescence des Etres organisés*, j'ai développé les suites de ces passages des êtres organisés à se perfectionner ou à se dégrader, auxquels on ne sauroit trop faire attention.

« Nous voyons, ajoute l'auteur, sa variété se perfectionner par la chaleur des climats. L'isatis de Quiers (dans le Piémont), transporté à Naples, et rapporté de Naples à Quiers, n'est presque plus reconnoissable, tant il a gagné par le climat de Naples. »

La canne à sucre et tous les végétaux présentent les mêmes phénomènes. La rhubarbe qu'on cultive dans nos jardins en Europe, est bien différente de celle qui croît en Tartarie...

L'auteur décrit ensuite la manière de préparer le pastel.

DE LA PRÉPARATION DU PASTEL.

L'art de faire le pastel se compose de quatre opérations fort simples, 1° le broyage des feuilles, 2° la fermentation de la

pâte, 3° la formation et le desséchement des pelotes ou boules, 4° le raffinage ou l'agrenage du pastel.

DU BROYAGE.

Lorsque l'*isatis* est arrivée à son degré de maturité, on en cueille les feuilles que l'on met en tas, si on ne peut les passer sur-le-champ sous le moulin pour les broyer.

Ce moulin est construit comme ceux à huile de noix, connus de tout le monde ; il est mu ou par l'eau, ou par des chevaux.

Le broyage doit être parfait, et continué en remuant souvent la pâte. On juge qu'il est terminé, lorsqu'en examinant la pâte, on n'aperçoit plus de nervures de la feuille.

Tout près du hangar où est placé le moulin, on a une chambre disposée expressément pour recevoir la pâte.

Cette chambre doit être pavée en pierre unie et inclinée d'un côté. On y pratique une rigole destinée à recevoir le jus qui s'écoule de la masse, soit dans la cour, soit dans la rue.

DE LA FERMENTATION.

La fermentation s'établit dans la masse, elle se gonfle, se raréfie....

La fermentation de la pâte n'a point de durée fixe. Quelquefois elle est de vingt jours. Le plus souvent elle dure plusieurs mois ; d'autres fois elle se prolonge jusqu'à la récolte prochaine.

FORMATION DES COQUES.

Cette pâte est desséchée et réduite en boules, ou coques, qn'on expose sur des claies de roseaux au grand air et au soleil, à l'abri de la pluie.

Quelquefois on broie la pâte une seconde fois.

RAFFINAGE OU AGRENAGE DU PASTEL.

Pour raffiner le pastel, on le soumet à une nouvelle fermentation, qui est décidément putride, accompagnée de dégagement d'ammoniaque.

On porte les *coques* sous le même moulin où on a broyé les

les feuilles, et on les réduit en poudre autant que possible en les broyant. Lorsque la poudre est assez fine, on y verse en petite quantité et à chaque fois, assez d'eau pour la réduire en pâte.

Cette pâte étant formée, on la porte à l'*affinoir;* elle a plus de consistance que la première, mais elle doit être à peine liante. On la dispose en tas aplatis, mais sans la presser, et on l'abandonne. La fermentation a lieu du troisième au cinquième jour. Lorsqu'elle est bien développée, on remue de temps en temps les tas, et on continue ainsi vingt-cinq jours environ de suite. La fermentation s'affoiblit alors; la matière qui s'étoit beaucoup échauffée se refroidit, et le parfait refroidissement termine l'opération. On porte ensuite le pastel dans des greniers, et on le conserve en monticules pour l'exposer à l'action de l'air.

C'est dans cet état qu'il entre dans le commerce et va servir aux besoins de la teinture.

DE L'INDIGO EN GÉNÉRAL.

L'indigo est un principe particulier, un matériel immédiat des végétaux, différent de tous les autres, et qui existe dans plusieurs espèces de plantes.

L'expérience prouve que ce principe est identique, uniforme, jouissant constamment des mêmes propriétés, de quelque plante, de quelque climat, de quelque terrain qu'il provienne. Une grande partie de l'indigo que les Anglais versent dans le commerce provient, dit-on, du *nerium tinctorium*, plante de l'Indostan, qui n'a aucun rapport ni avec l'*indigofera*, ni avec l'*isatis*.

L'indigo préparé par un procédé uniforme, et ramené au même degré de pureté, est toujours le même.

L'indigo dans l'état où il existe dans les plantes, n'est pas bleu; *il est sans couleur*, et l'eau peut très-bien le dissoudre, même aux températures ordinaires de l'atmosphère. Dans l'état dans lequel il est dans les plantes, il est éminemment combustible, et tend fortement à se brûler aussitôt qu'il est dégagé des autres principes, très-divisé et placé au contact de l'air. On doit le regarder comme plus combustible que le soufre, puisqu'il subit une combustion spontanée, que le soufre ne peut subir qu'à des températures plus élevées.

En brûlant, l'indigo devient bleu.

On doit donc regarder ces deux corps, savoir, l'indigo *bleu* que nous employons en teinture, et l'*indigo* tel qu'il se trouve dans les plantes indigofères, comme pour le moins aussi différens qu'un corps combustible l'est d'un corps brûlé.

L'indigo bleu, même dans les espèces les plus estimées, ne contient que la moitié de son poids de la matière colorante. Sans tenir compte d'autres substances, une résine particulière l'accompagne toujours : elle est rouge et dissoluble dans l'alcool. Il paroît que c'est à cette résine qu'il doit la propriété de cuivrer.

L'indigo *bleu* est indissoluble dans l'eau, dans les acides, excepté le sulfurique, dans les alcalis, dans l'alcool, dans les huiles.

L'indigo, tel qu'il se présente à l'état bleu, est un corps brûlé, et le degré de combustion qu'il a souffert, influe sensiblement sur ses propriétés ; il est presque noir lorsqu'il est trop brûlé ou oxidé ; il est d'un bleu tendre lorsqu'il n'est pas oxidé ; il est d'un beau bleu lorsqu'il a acquis le degré d'oxidation qui lui convient.

Il conserve sa couleur bleue quand on le mélange avec les acides, excepté le nitrique et l'oxi-muriatique qui le décomposent.

Il prend une couleur verte quand il est mélangé avec les alcalis.

Il prend une couleur quelquefois rouge avec d'autres moyens de désoxidation, et à des températures élevées.

Mais il redevient bleu dans tous les cas où il est en contact avec l'air, dont il reçoit l'oxigène qu'il avoit perdu.

Une étoffe plongée dans un bain d'indigo, paroît *verte* en sortant de la cuve ; mais elle acquiert bientôt la couleur *bleue* par le contact de l'air.

DE L'EXTRACTION DE L'INDIGO EN FEUILLES.

On commence par faire chauffer de l'eau, et tandis qu'elle parvient à l'ébullition, on dispose les feuilles de l'isatis dans un cuvier. Il faut qu'elles soient bien étendues, et qu'elles ne soient pas pressées.

On verse sur ces feuilles l'eau, de manière qu'elle s'éparpille.

Pour obtenir cet effet on les couvre d'un tissu en laine très-grossier, sur lequel on pose une claie en gros osier.

On fait passer sur ces feuilles de l'eau bouillante, ou presque bouillante, jusqu'à ce qu'elle les couvre de deux à trois pouces.

On laisse ensuite reposer le tout cinq ou six minutes.

On la soutire alors par un robinet placé au bas de la cuve.

On verse de nouvelle eau sur les feuilles.

Pendant qu'on fait ces opérations, la liqueur a déposé les terres qu'elle peut avoir entraînées.

On fait passer cet extrait dans une autre cuve qu'on appelle *battoir.*

On lave les feuilles une seconde fois.

DE L'EAU LÉGÉREMENT ALCALISÉE.

Au lieu de n'employer que de l'eau chaude pure, on peut l'alcaliser légérement, en y ajoutant une légère portion de potasse ou de soude caustique. On peut ne pas avoir recours à ce moyen.

DU BATTAGE, OU FORMATION DE L'INDIGO PAR PRÉCIPITATION.

La liqueur ci-dessus passée dans le *battoir*, on procède à cette seconde opération, le *battage*, dont le but est de *battre* ou agiter la liqueur pour en obtenir beaucoup d'*écume*. Cette opération change l'*indigo blanc* de l'état où il est dans la plante dissoluble, et dissous dans l'eau, en *indigo bleu* qui, ne pouvant plus rester dissous dans l'eau, se précipite en fécule bleue. Dans cette opération on multiplie le contact de l'air avec la liqueur en écume, et l'oxigène se combine avec l'indigo blanc, le *brûle* et lui donne la couleur bleue.

La précipitation a lieu dans l'espace de huit à dix heures.

Dans toute cette opération on n'emploie aucun précipitant alcalin. Le véritable précipitant est la température que la liqueur conserve de 35° à 40° de Réaumur. Il n'est pas nécessaire d'observer que de là il doit s'ensuivre que l'indigo ainsi préparé est très-pur, parce qu'il ne contient ni carbonate de chaux, ni chaux, puisqu'on n'en a point employé, et parce qu'il ne peut con tenir de même aucune des combinaisons que la chaux

pourroit former avec d'autres principes fournis par l'infusion. C'est pourquoi l'indigo qui est fourni par ce procédé, n'a besoin d'aucune opération d'affinage par les acides.

« Le problème, ajoute l'auteur, de trouver un précipitant qui » remplace l'eau de chaux ou les alcalis, est donc parfaitement » résolu, et l'on doit regarder le CALORIQUE comme un pré- » cipitant par excellence. »

DE LA FÉCULE PRÉCIPITÉE APRÈS LE BATTAGE.

Quelle que soit la manière d'extraction ou de précipitation que l'on pratique, la fécule qu'on obtient après le battage, n'est jamais un indigo exempt de quelques molécules étrangères; il est dans un état fort différent de l'indigo bleu insoluble dans l'eau. Il s'en trouve constamment une petite partie qui n'a pas subi une oxidation complète. Ce sont probablement les dernières molécules qui se sont formées par le battage.

L'auteur croit qu'il s'y trouve une portion de la matière *végéto-animale*, et de la matière muqueuse qui paroît se rapprocher de la matière amilacée.

L'auteur récapitule à la fin de l'ouvrage tout ce qu'il a dit. Nous allons rapporter ses propres expressions, pag. 397.

CONCLUSION.

Principes de l'Art de l'Indigotier.

J'ai tâché, dans cet ouvrage, dit l'auteur, d'embrasser l'art d'extraire l'indigo, sous ses différens points de vue. J'ai soumis à l'examen toutes les matières qu'on peut y employer, toutes les opérations dont l'art se compose, et tous les moyens qu'on a proposés pour en faciliter la pratique et en assurer la marche. J'ai tâché d'éclairer la pratique par la théorie, et j'ai déduit ma théorie, soit de la pratique, soit des secours que la science chimique pouvoit fournir.

De cet ensemble de faits, d'observations, et des conséquences qu'il m'est permis d'en tirer, il me paroît qu'on peut commencer à déduire quelques principes généraux dont l'application peut éclairer l'art et servir de guide dans la pratique. Sans doute il n'est pas impossible que ces principes souffrent quelques modifications dans l'avenir. Il est dans l'ordre des choses que je me

sois souvent trompé, et il est plus que possibleque de quelques erreurs j'aie déduit quelques conséquences plus erronées encore. Je ne crois pas moins utile d'établir des principes destinés à servir de guide à cet art. S'il m'est arrivé de me tromper, je forme des vœux ardens pour que ce soit fortement, afin que mes erreurs, étant promptement reconnues, puissent se trouver promptement rectifiées. L'histoire des sciences prouve que les plus grandes erreurs ont souvent ouvert la route aux découvertes les plus importantes; ce n'est pas d'ailleurs du premier pas que l'on parvient à la perfection. C'est dans cette conviction que je vais exposer en peu de lignes les principes sur lesquels me paroît reposer l'ensemble de l'art de faire l'indigo.

PRINCIPES GÉNÉRAUX.

I.

L'indigo, tel que nous le connoissons, n'existe point dans les végétaux, mais il se forme dans les opérations par lesquelles on a cru l'avoir extrait.

II.

Il existe dans un petit nombre de végétaux un principe particulier, différent de tous les matériaux immédiats des végétaux connus, disposé à se changer en indigo; ce principe peut être désigné par le nom d'*indigogène*.

III.

Par sa nature, ce principe diffère de l'indigo commun, en ce qu'il est surchargé de carbone, dont il perd une partie, en passant à l'état d'indigo bleu, au moyen d'une petite portion d'oxigène qu'il reçoit.

IV.

La perte de cette partie de carbone est causée par une combustion que ce carbone subit; ce qui produit de l'acide carbonique.

V.

Par ses propriétés, il diffère de l'indigo commun, 1° en ce qu'il est sans couleur; 2° par sa dissolubilité dans l'eau; 3° par sa

plus grande combustibilité, pouvant recevoir une combustion spontanée à des températures ordinaires de l'atmosphère.

VI.

Sa combustibilité est favorisée, 1° par le calorique ou les températures; 2° par sa combinaison avec les alcalis et surtout avec la chaux.

VII.

Sa combustibilité est diminuée et détruite par l'action de tous les acides, même par le carbonique.

VIII.

L'indigogène réside sur l'épiderme des feuilles des plantes indigofères; il paroît exister en état de combinaison avec de la cire et de la matière végéto-animale, qui l'accompagnent constamment dans sa dissolution.

IX.

Sa dissolution dans l'eau peut s'effectuer à toutes les températures au-dessus de zéro, mais dans des temps inégaux. Le calorique en favorise la dissolution, dont il suit les lois.

X.

A quelque température que l'on opère la dissolution de l'indigogène, le point essentiel est de ne pas dissoudre en même temps une forte proportion d'autres principes de la plante; ils terniroient l'indigo, ils en diminueroient la quantité, ils en empêcheroient même tout-à-fait la formation.

XI.

Les différens corps qui favorisent sa combustion, ou son passage de l'état d'indigogène à celui d'indigo bleu, ne sont pas seulement, comme on l'a cru jusqu'ici, l'eau de chaux, les alcalis caustiques et l'opération du battage; il faut y ajouter le calorique, qui doit par conséquent occuper le premier rang parmi les précipitans.

XII.

L'action des précipitans alcalins, celle de l'eau de chaux, celle du battage, sont insuffisantes, soit par elles-mêmes isolément, soit même réunies, si elles ne sont pas aidées de celle du calorique.

XIII.

L'action précipitante du calorique est en cela différente de celle des autres précipitans, qu'il suffit par lui-même, sans le secours de l'action des autres.

XIV.

L'action d'un précipitant peut être aidée de celle d'un autre, comme celle du battage par l'eau de chaux, *et vice versâ;* et l'une et l'autre, et même toutes les deux réunies, sont favorisées par celle du calorique.

XV.

De même l'action du calorique peut être réglée par le secours de l'action des autres précipitans, c'est-à-dire, que l'on peut diminuer le concours des températures, par celui des autres précipitans.

XVI.

Il existe une grande attraction entre l'indigo oxidé bleu, et la matière végéto-animale. Les précipités qui se forment sont toujours un composé d'indigo et de cette dernière, qui le ternit.

XVII.

L'action de tout précipitant se réduit à remplir ces deux conditions, 1° à augmenter la combustibilité spontanée de l'indigogène; 2° à détruire l'action de l'acide carbonique qui s'opposeroit à une combustion ultérieure.

XVIII.

L'eau de chaux diffère des autres précipitans, ence qu'en précipitant l'indigo, elle fournit en même temps un autre précipité

insoluble composé de chaux et de matière végéto-animale, dont les molécules entraînent celles de l'indigo.

XIX.

On peut éviter tout-à-fait l'emploi des précipitans alcalins, et surtout de l'eau de chaux. Lorsqu'on veut l'employer, on ne doit le faire que dans des proportions et dans des circonstances propres à ne remplir que les deux buts annoncés n° XVII : il est même utile et prudent de la borner à n'opérer que la soustraction même partielle de l'acide carbonique.

XX.

Outre la matière animale, les molécules d'indigo entraînent dans sa précipitation, des molécules muqueuses qui paroissent se rapprocher de la matière amilacée. Elles sont insolubles à l'eau froide, sont dissolubles à l'eau chaude, et sont propres à subir la fermentation acéteuse. C'est pourquoi il est utile de laver à chaud, ou de soumettre à une fermentation préliminaire.

XXI.

L'indigo par la fermentation dans lequel on a forcé l'action de l'eau de chaux, est un composé d'indigo, de chaux unie à l'acide carbonique, et à de la matière végéto-animale. Dans cet état, il faut le raffiner.

XXII.

Les alcalis caustiques, potasse, soude, décomposent, jusqu'à un certain point, cette union, en s'emparant de la matière végéto-animale. L'acide muriatique enlève la chaux.

L'application de ces principes généraux à l'art de l'indigotier, se trouve détaillée dans l'exposé des différens procédés, et dans la description des différentes opérations qui constituent la pratique de l'art.

NOUVELLES

NOUVELLES LITTÉRAIRES.

Les Œuvres d'Euclide en grec, en latin et en français, d'après un manuscrit très-ancien qui étoit resté inconnu jusqu'à nos jours; par *F. Peyrard*, traducteur des Œuvres d'Archimède, ouvrage approuvé par l'Institut de France, dédié au Roi. Tome premier. Un vol. in-4°.

A Paris, chez M. *Patris*, Imprimeur-Libraire, rue de la Colombe, en la Cité, n° 4, an 1814.

Se trouve aussi à Paris,

Chez l'*Auteur*, place Cambrai, n° 6;

Treuttel et *Wurtz*, Libraires, rue de Lille, n° 17;

Firmin Jacob, rue Jacob, n° 24;

Mme Ve *Courcier*, quai des Augustins, n° 57.

Euclide vivoit du temps de Ptolémée Lagus, vers l'an 272, avant l'ère vulgaire.

Euclide, le premier des Grecs, rassembla les ouvrages des géomètres; il a composé un grand nombre d'ouvrages. Les treize livres des *élémens* et des *données* sont les seuls qui soient parvenus jusqu'à nous.

Pemberton nous apprend qu'il avoit entendu plusieurs fois Newton se plaindre de s'être livré tout entier aux ouvrages de Descartes et des autres algébristes, avant d'avoir étudié et médité les élémens d'Euclide.

Lagrange, dont l'Europe déplore et déplorera long-temps la perte, me répétoit souvent, dit l'auteur, que la Géométrie étoit une langue morte, que celui qui n'étudioit pas la Géométrie dans Euclide, faisoit la même chose que celui qui vouloit apprendre le grec et le latin, en lisant les ouvrages modernes écrits dans ces deux langues.

Il seroit sans doute superflu de faire l'éloge d'Euclide.

Il est du petit nombre des savans qui survivent à la nuit des temps. Combien de savans d'un grand mérite à Memphis, à

Thèbes d'Égypte, à Babylone, à Persépolis, à Benarès, à Nankin, à Pékin..., sont ignorés pour toujours.

Et que leur importe aujourd'hui?

Le plaisir de découvrir la vérité est la vraie récompense du philosophe.

Ce premier volume contient les sept premiers livres des Élémens.

Il y aura un second volume.

Le traducteur qui nous a déjà donné une édition des Œuvres d'Archimède, a ajouté aux droits qu'il a à la reconnoissance des savans, par cette traduction d'Euclide. Il a été obligé de consulter une foule de manuscrits et de commentaires : on ne sauroit, d'un côté, avoir trop de reconnoissance pour ces savans qui nous ont conservé ces ouvrages précieux des grands maîtres.

D'un autre côté, on ne peut trop se féliciter des progrès de l'esprit humain. Quelle distance des Œuvres d'Euclide à ceux de Newton, de Leibnitz, d'Euler, de Lagrange...!

Mémoire sur les sept espèces d'hommes et sur les causes des altérations de ces espèces. Ouvrage intéressant pour l'Histoire naturelle, les Beaux-Arts et la Civilisation, dédié à tous les Souverains de l'Europe; par M. *Peyroux* de la *Coudrenière*, Capitaine des armées de Sa Majesté Catholique. Un vol. in-8°.

A Paris, chez *Allut*, Libraire, rue de l'École-de-Médecine;

Cérioux, Libraire, quai de Voltaire;

Latour, Libraire, au Palais-Royal, 2e cour;

Leclerc, Libraire, boulevard du Temple;

Royez, Libraire, rue du Pont-de-Lody.

L'auteur distingue 1° trois espèces de nègres à cheveux crépus:

Les Bochismanes;

Les Cynocéphales des anciens historiens;

Les grands nègres à traits européens.

2°. Trois espèces d'hommes Indiens à cheveux peu crépus.

3°. La septième espèce d'hommes est blanche et barbue. Cette belle espèce tire son origine d'Europe.

Des Hommes des bois. « Quoique nous ne mettions pas, dit

» l'auteur, le boggo, le pongos et l'orang-outang au nombre des
» espèces d'hommes; ces variétés intermédiaires entre l'homme
» et le singe sont si rapprochées de quelques espèces humaines
» pour la forme et l'intelligence, que nous croyons devoir en
» dire quelque chose. Des naturalistes les ont mis au nombre des
» espèces humaines. Saint-Antoine en a fait de même; et on lit
» dans la vie de ce vénérable ermite, qu'il eut dans les déserts
» de la Haute-Égypte, un long entretien avec un de ces satyres,
» sur le Christ. »

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.

TABLE GÉNÉRALE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

HISTOIRE NATURELLE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.



De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques, quai des Augustins, n° 57.

